

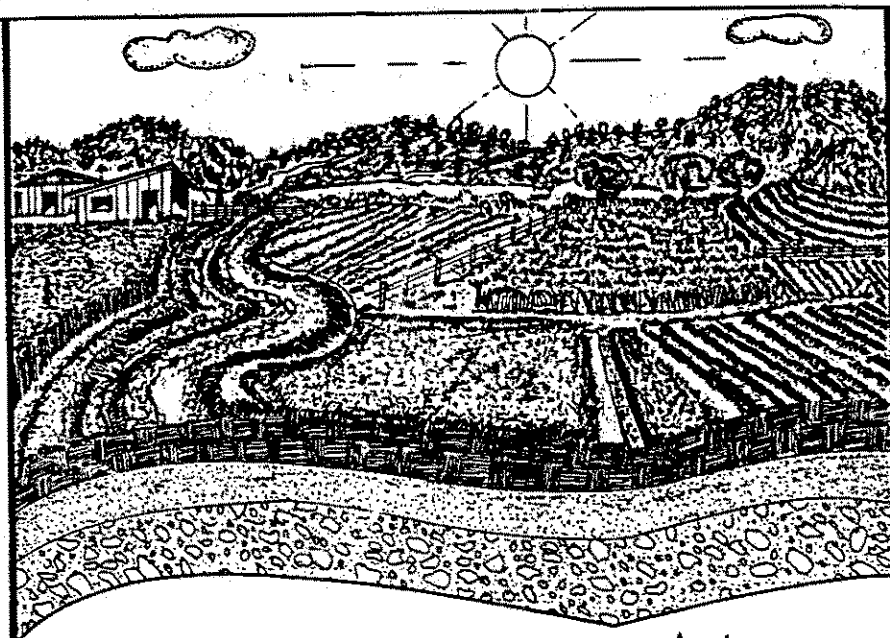


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO ESPECIAL

TOMO II

# *conservación de* **SUELOS Y AGUA**



Autor:  
Br. JAIRO MORALES MENDOZA

MANAGUA, NICARAGUA  
1996

***CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA/J.MORALES***

**CAPITULO VII**

**PLANIFICACION**

**CONSERVACIONISTA, DISEÑO Y**

**MEJORAMIENTO ECOLOGICO DE**

**FINCAS**

### 7.1.- GENERALIDADES

El objetivo principal de la planificación conservacionista de fincas es mostrar al agricultor, en forma clara y objetiva, las limitaciones, las necesidades técnicas y las potencialidades productivas de cada unidad de tierra, de la finca y de toda la finca en su conjunto.

Implementando el plan de conservación, el agricultor lograra aumentar la productividad de los suelos de su finca, lo que se reflejara en el mejoramiento de las condiciones de vida del mismo.

Para garantizar el éxito de la planificación es determinante que el agricultor sea involucrado en todo el proceso, desde la recolección de los datos hasta la formulación de las opciones de manejo propuestas. Para ello, el técnico junto con el agricultor elaboraran el plan de conservación de la finca.

Para comenzar un trabajo de conservación de suelo es importante, durante la primera fase que el agricultor mantenga el ánimo hasta que vea los resultados. Por eso se recomienda no invertir tanto en trabajo físico; pero si seleccionar prácticas de fácil comprensión, que traigan resultados seguros y rápidos en términos de productividad.

No siempre el terreno se presta para comenzar con prácticas fáciles (labranza mínima, incorporación de abono verde o siembra de barrera viva); pero allí donde es posible, se ha mostrado que los primeros resultados motivan mucho y despiertan el entusiasmo y el interés de seguir aprendiendo.

Después pueden introducirse, poco a poco, otras prácticas que controlan la erosión a largo plazo, pero que no aumentan mucho la producción y requieren de mucho trabajo físico y conocimiento. Si se empieza con prácticas efectivas a largo plazo y el agricultor no tiene suficiente conciencia, este se desanimara rápido.



Generalmente los agricultores se entusiasman con una tecnología, si esta responde a las necesidades mas sentidas. Por ello es necesario implementar alternativas de solución a la baja producción agrícola; una vez logrado esto, el productor se interesara mucho más por aplicar tecnologías que permitan, a largo plazo, una producción sostenida y el logro completo de un sistema de conservación de suelo.

*Los trabajos de conservación de suelos y agua deben ser integrados en los posible con Proyectos de Desarrollo Rural.*

*Un Proyecto de Desarrollo Rural es el conjunto sistemático y programado de actividades productivas, organizativas, de capacitación y de desarrollo de infraestructura, emprendidas por una estructura organizativa (institucional) en límites geográficos definidos y por un período limitado, cuyo objetivo es generar beneficios que mejoren la calidad de vida de una determinada población (IICA, 1993).*

*El objetivo principal de la conservación y del manejo de los suelos no solo es proteger la tierra sino aumentar su productividad. Para evaluar la productividad de la tierra el agricultor junto con el extensionista anotarán el incremento del rendimiento de los cultivos que se producen y describirán en detalle las practicas de manejo realizadas en los distintos sectores de la finca, para mantener un historial de estos.*

*Los resultados (rendimiento y problemas específicos encontrados) después del primer cultivo, permitirán ajustar el plan de manejo y eventualmente obligarán a usar practicas de manejo mas intensivas. Este continuo reajuste de las medidas de manejo permitirá mejorar la capa fértil del suelo y alcanzar la máxima productividad de la tierra.*

*La Ejecución del Plan de Mejoramiento de la Finca consiste principalmente en la supervisión técnica y en la buena voluntad del agricultor a utilizar su propia mano de obra para realizarlo.*

## 7.2.- FASES PARA LA PLANIFICACION CONSERVACIONISTA DE FINCA

El proceso de la Planificación Conservacionista de una Finca se desarrolla a través de *tres fases o pasos principales*; los cuales se describen a continuación:

### 7.2.1.- DIAGNOSTICO TECNICO-ECONOMICO

En esta etapa el técnico realiza una entrevista al agricultor para recolectar datos e información sobre los costos de producción, la producción y los rendimientos. Esto permitirá definir la factibilidad económica de las alternativas técnicas propuestas y evaluar la eficacia de las alternativas realizadas.

También se anotarán problemas, casos e información específica mencionada por el agricultor (por ejemplo: prácticas de manejo que se mostraron valiosas, inefectivas, dañinas, cultivos que poseen buena potencialidad de producción y mercado; derecho de paso o de uso de agua para riego, etc).

Toda la información recolectada en esta fase es muy valiosa al momento de formular alternativas factibles de manejo.

### 7.2.2.- ELABORACION DEL MAPA DE SITUACION ACTUAL DE LA FINCA

El instrumento técnico necesario para proceder a realizar este paso es contar con el Mapa de la Finca o del área que será objeto de la planificación.

Para tal fin, puede ser usado una copia de un Mapa Catastral; elaborarse un mapa con base a ampliaciones de fotografías aéreas; levantar en el campo un mapa planimétrico o dibujarse en el campo un croquis aproximado de los terrenos de la finca.

La escala adecuada del mapa base para fincas de hasta 20 hectáreas es de 1:1000 a 1:2000, dependiendo del grado de detalle requerido. En fincas mayores se requieren escalas de 1:5000 o similares.

El técnico conservacionista junto con el agricultor recorrerán los terrenos de la finca y transferirán en el mapa base toda la información relacionada con los recursos físicos existentes, usando la simbología de mapeo estandar.

En la elaboración de este mapa se debe incluir en forma clara y comprensible la siguiente información:

- . **Recursos de Agua:** cursos de agua permanente y temporáneos, salidas naturales de drenaje, lagunas, áreas de mal drenaje, manantiales, otros.
- . **Recursos de Tierra:** (cotas de referencia, depresiones, cumbres, líneas divisorias de agua), afloramientos de rocas, síntomas de erosión, pendiente predominante, simbolo de unidad de mapeo de suelo y las unidades de capacidad de uso.
- . **Recursos de Biomasa:** uso actual de la tierra, zonas de protección.
- . **Infraestructura Física Existente y Prevista:** carreteras y caminos, construcciones, puentes, cercas y linderos, alcantarillas y canales, tuberías expuestas y subterráneas, líneas de transmisión de energía y otros.

Una vez que el técnico determinó las unidades de capacidad de uso, este puede subdividir el área de la finca en sectores correspondientes a cada unidad de capacidad y podrá asignar a cada sector un símbolo alfabético (por ejemplo: Sector A, Sector B).

Con esta subdivisión en sectores de la finca, el técnico podrá completar la "Hoja de Inventario de Recursos Físicos" (la cual aparece al final de este capítulo) que acompañará al Mapa de Situación Actual. En esta misma hoja, en la columna de observaciones se describirá en forma concisa las limitaciones de cada sector de la finca.

Si es necesario el técnico puede realizar un muestreo de fertilidad de los distintos sectores de la finca para identificar problemas específicos de manejo y evaluar el estado nutricional del suelo.

De esta forma se realiza el "Mapa de Situación Actual" cuya finalidad es visualizar el estado actual de la finca.

Con el Mapa de Situación Actual de la Finca, el técnico conservacionista conoce las obras de mejoramiento existentes y previstas, la ubicación de los drenajes naturales y de las salidas de drenaje, donde hay tierras degradadas, donde hay rocas no removibles sobre la superficie del terreno y conoce las características hidrológicas superficiales de la finca (áreas de vertiente internas y externas).

#### 7.2.3.- ELABORACION DEL MAPA DEL PLAN DE MANEJO CONSERVACIONISTA DE LA FINCA

El técnico conservacionista en esta etapa analizará la información recolectada y formulará sus recomendaciones.

Entre las opciones propuestas, seleccionará junto con el agricultor, el conjunto de soluciones técnicas que constituirán el plan de la finca.

Los pasos a seguir para la elaboración el Mapa del Plan de Manejo Conservacionista de la Finca son los siguientes:

##### 7.2.3.1. Determinación del Uso Preferible de la Tierra

Para ello el Uso Actual de cada lote de la finca se comparará con su Uso Preferible (es el uso mas apropiado del suelo de acuerdo a sus características y limitaciones, según la Clase de Capacidad de Uso).

En el caso de existir un uso inadecuado de la tierra, en la "Hoja de Resumen del Plan de Conservación" (la cual aparece al final de este capítulo) que acompaña al Mapa del Plan de Manejo, el técnico anotará para cada lote de la finca, el área, el uso preferible de la tierra, las medidas y practicas de manejo.

**7.2.3.2.- Selección de Medidas y Prácticas de Manejo**

Para realizar esto, el técnico analizará las limitaciones de cada sub-clase de tierra de la finca y definirá las medidas y prácticas de manejo que deben ser aplicadas para superar el obstáculo representado por las limitaciones y crear condiciones favorables para un uso rentable de cada clase de tierra.

Del estudio de fertilidad realizado se desprenderán los requerimientos específicos de manejo de suelos. La recomendación final de manejo puede ser un conjunto de distintas prácticas. La intensidad de aplicación de las prácticas dependerá de la intensidad de las limitantes de las clases de capacidad de uso de la tierra.

**7.2.3.3.- Elaboración del Mapa "Plan de Conservación de la Finca"**

Los *elementos básicos para la elaboración de este mapa* son:

- . Mapa de Situación Actual
- . Uso Preferible de la Tierra
- . Practicas de Manejo Seleccionadas
- . Simbología de mapeo

El Mapa del "Plan de Conservación" debe ser trazado en el campo para tomar en cuenta al máximo la situación real, con el objetivo de:

- . Integrar el plan con las obras de mejoramiento existentes o previstas, cuando sean correctas desde un punto de vista conservacionista o proponer modificaciones en el caso contrario
- . Integrar el plan con las condiciones naturales; las obras planificadas en contra de la naturaleza siempre son mas costosas y con menos garantía de funcionamiento

Los pasos que el técnico conservacionista debe seguir para la elaboración del Mapa "Plan de Conservación" de la Finca son los siguientes:

Aislar hidrologicamente la finca, o sea interceptar y desviar hacia salidas seguras las agua de escorrentía que entran en forma descontrolada desde las tierras altas. Dibujar en el mapa el trazado propuesto de las obras necesarias y verificar que las tierras aguas abajo de las salidas de drenaje no sufran efectos negativos

Seleccionar dentro de la finca los sectores que deben recibir tratamiento específico de manejo conservacionista (se excluirán los sectores de clase I y VIII)

Seleccionar en los sectores a tratar los desagües naturales que se presten como colectores principales de escorrentía (vías de agua), dibujando en el mapa su trazado. En el caso de que no existan desagües naturales, se ubicara un desagua artificial y se dibujará su trazado en el mapa, ubicando las practicas de control de agua necesarias

Dibujar en el mapa el trazado aproximado de las prácticas biológicas o de las obras mecánicas de conservación seleccionadas para cada unidad de manejo, según el espaciamiento adecuado a las condiciones físicas y a las especificaciones de diseño de cada obra

Dibujar en el mapa el trazado de las cercas o de los límites de parcela; estos deben seguir las divisorias de agua y las vías de agua o correr a lo largo del borde superior de las obras de conservación; de esta forma deben ser trazadas en contorno o directamente según la pendiente. No deben trazarse en sentido diagonal a la pendiente del terreno

Dibujar en el mapa el trazado del sistema de acceso de acuerdo a la:

. Ubicación de los caminos principales en las divisorias de agua

. Ubicación de los caminos secundarios en contorno

Algunas obras para el control de escorrentía (acequias de ladera, terrazas de desviación, terrazas individuales) pueden ser usadas como vías de acceso siempre que sean mantenidas cuidadosamente con cobertura vegetal permanente y densa.

Los caminos secundarios tienen que ser trazados con pendiente y deberán ser protegidos y provistos de drenajes transversales y paralelos.

El sistema de caminos internos de la finca debe proveer, con la menor longitud total posible, un adecuado acceso a todos los sectores de la finca.

- . En los sectores aptos de la finca para el pastoreo, deben ubicarse los bebederos, dibujando el trazado de las tuberías y el trazado de los aparatos para la práctica de pastoreo en rotación
- . Ubicar prácticas específicas (por ejemplo: represas de tierra, control de inundación, sistema de riego) que necesitan una planificación mas específica
- . Ubicar otras obras complementarias necesarias (por ejemplo: portones de cerca, alcantarillas y otros)
- . Seleccionar para cada sector de la finca, las practicas agroconservacionistas y de manejo de suelo necesarias según las limitaciones y adecuadas según el uso preferible de la tierra (por ejemplo: roturación profunda, compostaje, abonos verdes, labranza en contorno)

### **7.3.- USO DEL PLAN DE CONSERVACION DE LA FINCA**

El Plan de Conservación de la Finca *constituye una referencia técnica que sirve para la implementación de las obras y practicas planificadas.*

Al momento de *entrar en la fase de implementación*, el *técnico conservacionista usa el plan como base técnica para:*

- . Calcular los caudales de escorrentia superficial que deben ser controlados
- . Diseñar las obras mecánicas planificadas o seleccionar entre los patrones disponibles, el o los diseños adecuados a las condiciones dadas
- . Seleccionar la modalidad de ejecución de las obras mecánicas (manual, por tracción animal, por maquinaria) y los implementos a usarse
- . Estimar el movimiento de tierra y los materiales necesarios para la construcción de obras mecánicas
- . Estimar los recursos necesarios para la ejecución de practicas de agroconservación y manejo de suelo ( por ejemplo: plantas para el establecimiento de vivero de barreras vivas, desechos orgánicos para compostaje o cobertura muerta, implementos y fuerza motriz para practicas de labranza, fertilizantes y enmiendas minerales, etc)
- . Estimar el costo de implementación de cada obra y practica agronómica y del plan en su conjunto. La relación entre el costo total de las obras y practicas de control de erosión y el valor anual de la pérdida de suelo, constituye el tiempo de amortización en años del costo de implementación del sistema de control de erosión
- . Programar en base al calendario climático y de los cultivos, de la disponibilidad económica y de mano de obra del agricultor, la ejecución del plan
- . Programar la ejecución de estudios mas especializados (por ejemplo: ubicación de represas en tierra para almacenamiento de agua, sistemas de riego, drenaje, aprovechamiento de manantiales, estudios especiales de suelo y otros)
- . Programar la ejecución de practicas específicas de agroconservación y de manejo de suelo (por ejemplo: rotación de cultivos, cortinas rompevientos y otras practicas)
- . Guiar el trazado de campo de las obras y practicas planificadas



#### 7.4.- *ESTRATEGIA PARA IMPLEMENTAR EL PLAN CONSERVACIONISTA DE LA FINCA*

Algunos aspectos importantes que se deben tener en cuenta al momento de implementar un Plan Conservacionista de una Finca son los siguientes:

##### 7.4.1.- *Intensificación Parcial*

Después de realizar la clasificación de Capacidad de Uso de la Tierra en la finca, un pequeño agricultor sabrá que solo una parte de su finca es "cultivable". Por lo que esta parte de su finca deberá ser mejorada para producir más y compensar con el resto de la finca que no debe ser cultivada; intensificandola con un buen sistema de prácticas de manejo y conservación de suelo.

##### 7.4.2.- *Tratamiento Progresivo*

Los agricultores no deben ser presionados para ejecutar todo el plan de conservación al mismo tiempo; sino que se les debe ayudar a aplicar medidas que controlen la erosión en forma gradual, de acuerdo con la disponibilidad de mano de obra y el beneficio que el recibirá al implementarlas con su propia mano de obra y recursos.

##### 7.4.3.- *Flexibilidad*

Los agricultores a menudo tienden a cambiar de opinión, debido a una serie de factores que influyen sobre sus decisiones. El extensionista debe estar preparado y poder adaptarse a esta situación; proponiendo tratamientos alternativos ya seleccionados a la hora de la planificación; debe buscar varias soluciones a un problema y no una sola solución rígida; tal vez técnicamente ideal pero difícilmente realizable por el agricultor.

### 7.5.- PARTICIPACION DE LOS AGRICULTORES EN EL PROGRAMA DE CONSERVACION DE LA FINCA

La participación del agricultor es clave para el éxito de cualquier Programa de Conservación de Suelo. Un plan de conservación a pesar de ser excelente, sin la participación de los agricultores solo se podrá ejecutar con mucha dificultad.

Existen dos formas de inducir a los agricultores a participar en un Programa de Conservación de Suelos y Agua; estas son:

#### 7.5.1.- TECNICAS DE EXTENSION

Un Programa de Conservación de Suelos y Agua requiere de la concientización de los agricultores para hacerles entender que la erosión del suelo es el mayor problema al que ellos se enfrentan.

Por lo general, los agricultores no se percatan que la degradación ambiental es la causa de sus bajos rendimientos agrícolas. Por lo tanto, una de las principales metas del extensionista será provocar el cambio de algunas actitudes de los agricultores.

Existen varios métodos que el extensionista puede utilizar para realizar este trabajo de concientización en los agricultores. Algunos de estos se mencionan a continuación:

- . *Discusiones Informales con el Agricultor*, es una técnica efectiva en zonas aisladas y donde la gente no esta acostumbrada a recibir cursos, asistir a reuniones o recibir visitas de extensionistas
- . *Presentaciones Formales* como: charlas, empleo de películas, filminas y demostraciones en clase con grupos de personas; lo que permite la presentación de más información a más gente y el uso de medios audiovisuales hacen más clara las presentaciones. Esto permite al extensionista enseñar una variedad de técnicas a los agricultores aunque se debe hacer énfasis en "aprender haciendo"

*Demostraciones o Días de Campo*, donde se presentan algunas o todas las técnicas que se quieren promover en el área. "Ver para creer" es la principal ventaja de esta técnica; ya que al agricultor se le dan ejemplos concretos y además proveen una prueba local para evaluar lo apropiado de las técnicas bajo condiciones locales.

*Giras de Observación al Campo*, donde diferentes técnicas de conservación de suelo y agua están establecidas en las fincas de los agricultores en "Parcelas Demostrativas" o "Parcelas de Validación". Esta técnica brinda la oportunidad al agricultor visitante a evaluar lo que se está haciendo en otras áreas y considerar lo que es conveniente para su finca. Es importante permitir la discusión de los trabajos y el intercambio de experiencia entre agricultores.

El extensionista puede sugerir a los agricultores que están aplicando las técnicas conservacionistas en sus fincas que transmitan su experiencia, por lo menos a dos agricultores mas y así incrementar los agricultores usuarios (promoción de las técnicas de conservación de suelos y agua).

"Las Fincas Demostrativas" son unidades físicas y socio-económicas de producción, desarrolladas para mostrar en la práctica a productores, técnicos, extensionistas las bondades de un sistema o grupo de sistemas de producción de árboles y cultivos, su manejo y aprovechamiento, y las ventajas y limitaciones que han sido determinadas previamente. Se utilizan también como unidades de investigación socio-económica, recopilando información que luego de ser analizada, permite elaborar informes de apoyo para la toma de decisiones del propietario y otras finqueros, además contribuyen como referencia a los técnicos.

En las Fincas Demostrativas también se puede enseñar la factibilidad de distintas alternativas y técnicas de establecimiento, manejo y aprovechamiento silvicultural, con los resultados financieros y económicos del componente forestal.

**7.5.2.- INCENTIVOS**

Un INCENTIVO es un estímulo que las organizaciones ejecutoras de un programa de conservación de suelos y agua brindan a los agricultores para que ejecuten trabajos de conservación de suelo y agua en su finca.

El objetivo del uso de los incentivos en un Programa de Conservación de Suelos y Agua es:

- Contener la degradación de los suelos mediante la construcción inmediata y a larga escala de obras de conservación de suelos y agua
- Propiciar y facilitar un cambio de actitud de parte de los agricultores mediante la demostración de la utilidad económica y social de prácticas de conservación adecuadas
- Al lograr el cambio de actitud de los agricultores, este podrá seguir realizando obras de conservación por decisión propia, sin necesidad de un incentivo externo
- Fomentar empleos rurales a través de la construcción de obras de conservación, beneficiando así a la población sin tierras

Existen muchas *maneras de incentivar a los agricultores a implementar prácticas de conservación de suelos y agua en sus parcelas agrícolas*, entre las que figuran:

**7.5.2.1.- Alimentos por Trabajo**

Consiste en *otorgar raciones alimenticias a los agricultores para estimularlos a ejecutar obras de conservación de suelos y agua; las que se pueden entregar por día o según el rendimiento de los trabajos (tipo de estructura a realizar, número de jornadas empleadas en la construcción) lo que es mas factible.*

Este tipo de incentivo *se usa con productores pobres, ya que estos no pueden darse el lujo de dedicar su tiempo a una actividad que solo va a generar beneficios a mediano plazo, ya que ellos necesitan ingresos inmediatos para sobrevivir.*

Las obras de conservación que se financian utilizando alimentos por trabajo, son rentables en términos sociales ya que los productores son demasiado pobres para construirlas de otra forma.

*Esta entrega de alimentos debe ir asociada con esfuerzos de educar a los productores sobre los beneficios de las obras construidas; además el agricultor debe financiar por lo menos parte de las obras para demostrar su interés.*

Las *ventajas* que presenta este tipo de incentivo son las siguientes:

- . El agricultor repone con las raciones de alimento el tiempo que utiliza en la construcción de las obras de conservación de suelos y agua
- . Existe mas interés por parte del agricultor por realizar trabajos de conservación de suelos y agua
- . El agricultor asegura alimentación para su familia

Entre las *desventajas* que presenta este tipo de incentivo, figuran las siguientes:

- . Atrae candidatos que no son apropiados para realizar el tipo de obra que se propone. Por ejemplo hay agricultores que siembran en tierras alquiladas o trabajan en terrenos donde no se justifica invertir en obras de conservación de suelos y agua
- . Fomenta paternalismo y dependencia del agricultor a los alimentos
- . Los agricultores no incorporan por su propia iniciativa, las obras construidas en otras áreas de su finca; lo cual impide la difusión espontanea de técnicas de conservación de suelos y agua, aún cuando los agricultores estén convencidos de la utilidad económica y social de las mismas
- . Competencia entre las instituciones por adquirir clientela (agricultores) (Dibtborn, 1985)

Se requiere de más personal para manejar, transportar y distribuir los alimentos a entregar

Cuando no hay alimentos, no hay interés por parte de los agricultores de realizar este tipo de trabajo; o sea que se vuelve casi imposible la participación de la comunidad

Las inversiones financiadas de esta forma no reciben mantenimiento después que se terminan de entregar los alimentos (Heer y Celada, 1991). Esto puede suceder porque el agricultor considera la actividad como un trabajo asalariado y no como una labor en beneficio de su propia finca; o no percibir el mantenimiento de estas inversiones como una actividad rentable

Abuso de parte de los agentes (extensionistas) y agricultores. Esto puede fortalecer la influencia personal de ciertas personas y conducir a la utilización abusiva por los agricultores cuando no existe control acerca de los beneficiarios

#### **7.5.2.2.- Pago Social**

Es un incentivo, una ayuda o un catalizante, que se parece en muchos aspectos a los alimentos por trabajo y que *consiste en pagos por dinero en efectivo a los agricultores que realizan obras de conservación de suelos y agua en su finca.*

Este incentivo ofrece casi todas las *mismas ventajas y desventajas que los alimentos por trabajo*, con la *ventaja adicional de que no hay que transportar y distribuir alimentos y de que el pago social puede generar efectos multiplicadores, cuando el dinero se usa para comprar alimentos producidos localmente.*

#### **7.5.2.3.- Donación de Bienes de Capital**

Es otro tipo común de incentivo que *consiste en la donación o préstamo bajo términos concesionarios de herramientas, bolsas para viveros, árboles, semillas, insumos químicos y equipo para riego.*

A veces estos bienes se usan de forma directa en la obra de conservación que se esta apoyando; otras veces son simplemente estímulos económicos que se asemejan a los alimentos por trabajo y pagos sociales.

La experiencia ha demostrado que en muchos casos la gente no ha apreciado las plantas regaladas; por eso en los últimos años, casi todos los *Proyectos han dejado de regalar plantas o insumos. Una excepción a esto ha sido la entrega de bolsas y semilla de árboles, como donación o crédito blando a individuos o cooperativas que desean montar viveros. Esta práctica se justifica en los primeros años, ya que muchas veces a los productores les resulta difícil conseguir esos materiales.*

#### 7.5.2.4.- Crédito Subsidiado o Condicionado

En este caso el *préstamo esta condicionado a que el agricultor cumpla con ciertas medidas de conservación de suelos y agua en su finca.*

El uso de crédito condicionado no necesariamente implica tasas de interés por debajo de los niveles del mercado. Aunque no se subsidie el crédito, para muchos pequeños productores constituye un incentivo suficiente para conseguir acceso a crédito formal, si ellos están dispuestos a cumplir con implementar obras de conservación de suelos y agua en su finca, a cambio de recibir crédito.

El crédito condicionado *funciona mejor en el caso de las cooperativas; ya que los miembros de la cooperativa ayudan a supervisar el cumplimiento de las condiciones; ya que el no cumplimiento por parte de un miembro podría perjudicar el acceso al crédito de todo el grupo; aunque de todas formas, para asegurar que se sigan medidas de conservación hace falta mas supervisión de la que normalmente realizan las instituciones bancarias.*

Existen experiencias positivas en lo que respecta a condicionar créditos en la realización de practicas de conservación y reforestación. Por ejemplo en El Salvador, se dio crédito con la condición de que el agricultor no quemará su terreno, lo cual jugo un papel importante en la introducción de esa practica, que se ha mantenido en la comunidad aún después de que desapareció el programa de crédito (Calderon et al., 1991)

**7.5.2.5.- Utilización de Concursos**

Consiste en *promover Concursos de Conservación de Suelos y Agua para incentivar esta actividad entre los agricultores.* Se realiza la inscripción de los participantes, luego se supervisan los trabajos de campo y se evalúan y califican las parcelas y se entregan insumos agrícolas y equipo menor como premio a las mejores parcelas.

**7.5.2.6.- Entrega de Premios para aprovechar el Bosque**

Algunos *Proyectos de Reforestación y Manejo de Bosque, otorgan a los participantes certificados, mediante los cuales están autorizados a cortar los árboles que se siembran en los proyectos.* Esto puede ser un incentivo significativo en los países donde se castiga fuertemente la tala de árboles sin permiso, o donde los agentes forestales exigen sobornos para otorgar dichos permisos.

**7.5.2.7.- Asistencia Técnica**

Este incentivo se justifica no solo por razones de equidad social, sino también como mecanismo para reducir la brecha entre rentabilidad individual y beneficio social.

**7.5.3.- INCENTIVOS UTILIZADOS EN NICARAGUA**

Los *primeros proyectos ambientales en Nicaragua regalaban plantas, bolsas, semillas, herramientas etc.* Eso creó expectativas que muy a pesar de lo que podría hacer en beneficio del medio ambiente los proyectos iban a regalar algunas cosas gratis. Eso impidió un mejor conocimiento de los beneficios de los proyectos tanto para el medio ambiente como para la gente involucrada y significaba entonces que sin esos regalos u otros incentivos, como viveres por trabajo, la gente no quería trabajar en los proyectos. Varios organismos ya aprendieron la lección y se encuentran dos buenos ejemplos de una nueva modalidad en acción cerca de León.

El acceso al crédito es un factor clave para muchos productores, si solo hay crédito para los cultivos tradicionales que utilizan métodos tradicionales los campesinos no pueden probar otras alternativas.



El Proyecto de Manglares de CATIE en León busca encontrar alternativas de trabajo para las comunidades que empujadas por la difícil situación económica comercializan la madera de los manglares en forma de leña o para sacar tanino poniendo su existencia en peligro. El proyecto brinda crédito para la compra de botes recuperando el dinero con un porcentaje de la pesca que realiza la comunidad. Con este sistema se trata de evitar problemas de bajos rendimientos en algún periodo y se incorpora otro incentivo por cuidar los manglares en lugar de talarlos porque la sobrevivencia de muchas especies valiosas del mar (por ejemplo: camarones) depende de los manglares en algún periodo de su ciclo de vida.

El Proyecto Pikin Guerrero tiene otro sistema utilizando un "banco de plantas" de alta calidad genética. El banco es un incentivo inicial que presta plantas bajo convenio, para ser "pagadas" en un periodo de uno a dos años por plantas de igual tipo y variedad. Se cobran intereses bajo la forma de obras de conservación de suelos que deben acompañar la siembra; el cuidado y el manejo adecuado de las plantas; la participación del beneficiario en la organización y establecimiento del vivero donde se producirán las plantas y su participación en la capacitación sobre temas relacionados a la producción y conservación de los recursos naturales.

El Proyecto de Capacitación Horizontal y Desarrollo Sostenible CIPRES en la Cuenca de Río San Juan encontró que la siembra y manejo productivo de árboles no forma parte de la visión de sistema de finca campesina prevaleciente en la zona, ni como proveedor de bienes de uso (postes y leña) ni como fuente de ingreso (en el caso de frutales), ni como alternativa forrajera de la actividad ganadera. Son muy pocas y dispersas las experiencias de manejo agroforestal o de fruticultura y muy extraños los casos de fincas con componentes silvopastoriles. En la comercialización de los productos del bosque (árboles en pie, postes o leña) los agricultores no encuentran mayores incentivos, a pesar de su condición de dueño del recurso, el margen mayor de beneficio lo obtienen los intermediarios (compradores, alistadores y extractores), carecen de motivación económica para realizar prácticas de manejo agroforestal y menos aún para reforestar.

En Nicaragua el campesinado ha carecido de un sistema de beneficios e incentivos para introducir técnicas conservacionistas en sus parcelas ante la falta de claridad de los derechos de propiedad y estímulos a despalar para poder ser considerado como tierra mejorada y tener acceso al crédito.

El diseño de los proyectos en la mayoría de los casos no han involucrado el elemento de participación popular desde la fase de identificación sino solamente se incorpora mayormente dicho elemento en la etapa de ejecución y cuando se trata de darle continuidad al proyecto. Por otro lado la participación de los beneficiarios a menudo ha estado ligada a la entrega de alimentos por trabajo o bien otros tipos de incentivos materiales y al carecer de incentivos los proyectos no tienen continuidad.

Algunos proyectos iniciaron entregando algún tipo de incentivos materiales a los agricultores, con resultados adversos en términos de continuidad de los mismos, pero actualmente se están explorando mecanismos de promoción y modalidades de crédito para darle continuidad a éstos así como también una mayor profundización a la educación ambiental, para un cambio de mentalidad.

La Tenencia de la Tierra en nuestro país debe asegurarse para que la población y los productores tengan claro el esquema de beneficios e incentivos a recibir. Es necesario que los bancos cambien su política y acepten dar préstamo por actividades forestales; debe ser cambiada la definición de finca "trabajada" que significa que una finca talada y empastada tiene mayor valor que una finca "inculta".

## 7.6.- DISEÑO Y MEJORAMIENTO ECOLOGICO DE FINCA

### 7.6.1.- DEFINICION

El diseño o planificación de fincas es un ordenamiento espacial, cronológico y planificado de los diferentes elementos de una unidad de producción de acuerdo a principios técnico-científicos de la Agroecología y de acuerdo a la experiencia del agricultor. Es un enfoque que se adapta a las condiciones de cada zona e introduce el diagnóstico de fincas como una herramienta de análisis de la situación actual del sistema y es integral porque reúne todos los aspectos de la producción: humano, biofísico y económico.

## 7.6.2.- FORMULACION

*El diseño de una finca se formula con la información obtenida a través del diagnóstico o análisis biofísico y socioeconómico de la misma, el cual sirve para:*

- . Describir las principales prácticas agronómicas en las actividades productivas
- . Detectar las épocas de mayor trabajo y la distribución de la necesidad de mano de obra a lo largo del año
- . Detectar las posibilidades de dinero del productor y sus cambios a lo largo del año
- . Determinar los principales factores que influyen en los rendimientos de las principales orientaciones productivas
- . Determinar la producción y productividad de los principales rubros y de la finca en su conjunto (Gonzalves, 1991)

*Para realizar el diagnóstico de la finca es necesario realizar una evaluación de los principios ABIES, la cual tendrá la siguiente estructura:*

<i>Principios ABIES</i>	<i>Calidad</i>	<i>Explicación Estimada</i>
Diversidad		
Suelo Viviente		
Diagrama de Flujos		
Racionalidad Socioeconómica		

Los indicadores que se utilizan para evaluar cada uno de estos principios son los siguientes:

En el caso de la Diversidad hay que considerar:

- . Número de especies y variedades de plantas para la producción
- . Número de especies y razas de animales para la producción
- . Area de cultivos perennes como parte del área total cultivada

#### **7.6.3.- PRINCIPIOS**

Los principios del diseño ecológico de una finca son los siguientes:

- . Trabajar a favor de la naturaleza
- . Utilizar especies criollas (nativas)
- . Elegir los menores cambios para los posibles más grandes efectos
- . El rendimiento teórico de un sistema va a depender de los recursos, la información e imaginación de los diseñadores

#### **7.6.4.- COMPONENTES**

Las partes que debe contener un diseño ecológico de una finca se enumeran a continuación:

- . Localización y periodo de implementación
- . Objetivos y metas
- . Descripción general del diseño
- . Descripción general por áreas (Agrícola, Pecuaria, Forestal, Familiar-Comunidad, Económico, Administrativo)
- . Acciones y metodología por área (Plan de Rotación, Plan de Abonado, Asociación de Cultivos, Medidas Fitosanitarias)

- . Cronograma de implementación del diseño
- . Presupuesto
- . Factibilidad del diseño (económica, social, cultural)

Toda formulación de un Plan de Mejoramiento Ecológico de una Finca debe partir de las condiciones agroecológicas, socio-culturales y económicas de la región y de la finca de que se trate.

Por lo tanto, el plan ante todo debe ser flexible y creativo. Este debe ser parte de una estrategia que considere cambios en el corto, mediano y largo plazo, de acuerdo a los cultivos anuales, perennes y animales que se manejen dentro de la finca y los potenciales en concordancia con las condiciones ecológicas de la zona y del contexto socioeconómico.

#### **7.6.5.- ASPECTOS QUE DEBEN CONSIDERARSE PARA LA FORMULACION DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO ECOLOGICO DE UNA FINCA**

Entre los aspectos que se deben consideran en la formulación del plan de mejoramiento ecológico de la finca; figuran los siguientes:

- . Hacer buen uso de los linderos o límites de la finca; para ello se recomienda el establecimiento de cercas vivas, ya que estas mejoran las condiciones de la finca, creando micro-climas favorables para las plantas y reducen la evapotranspiración y daños por causa de vientos fuertes

Es importante que las especies a utilizar para esto, sean de multipropósito (madera, forraje, leña, frutos, etc), se recomienda intercalar especies de bajo y alto porte para la creación de diferentes estratos.

- . Ubicar las áreas para el establecimiento de cultivos anuales, perennes, semi-perenne, y areas forrajeras y pecuarias dentro de la finca

Para el *establecimiento de los Cultivos Anuales*, hay que tomar en cuenta las siguientes *consideraciones*:

Que las áreas para el establecimiento de estos cultivos, sean de menor riesgos de erosión hídrica

Estas áreas deben ser de mejor potencialidad para cultivos mas exigentes en nutrientes o en agua

Es necesario considerar el tamaño de los lotes y realizar un plan de rotación y asociacion de cultivos

Es preciso que la rotación de cultivos este de acuerdo al consumo familiar, mercado local y mercado externo

Es preciso que el plan de rotación y asociación de cultivos considere la disponibilidad de la mano de obra familiar

Para el *establecimiento de Cultivos Perennes y Semi-perennes* se deben tomar en cuenta las siguientes *consideraciones*:

Es necesario que las especies seleccionadas puedan asociarse de manera integral con otras especies que aporten tanto al suelo (biomasa) como al productor (alimento, leña, frutos, etc) además del propósito principal del cultivo; de esta manera se puede maximizar el área y fuerza de trabajo en la finca

A continuación se muestran algunos ejemplos de lo antes expuesto:

Café + Plátanos o Bananos + Naranjas + Guabas + otras especies de leña y madera

Piña + Frijol en 2 ciclos

Piña + Frijol + Pitahaya sembrada en curvas a nivel, y Pitahaya sembrada con estacas de *Eritrina* (Leguminosa)

Otras consideraciones que se deben tomar en cuenta para formular un Plan de Mejoramiento de una Finca, se detallan a continuación:

- . En el manejo y uso de Granos Básicos, Hortalizas y Tubérculos, Cultivos Perennes y Semi-perennes hay que tomar en cuenta si estos van a ser utilizados para alimentación (Consumo) o para el mercado (Venta de Excedente)
- . El manejo y uso de los animales
- . Formular un plan de cría de gallinas y cerdos; para lo cual se requerirá producir granos para la alimentación de éstos
- . Realizar una evaluación de la fertilidad natural del suelo y el balance nutritivo de la finca, para lo cual hay que favorecer en el suelo el contenido de materia orgánica y la actividad meso y microbiológica, conocer las condiciones del terreno en cuanto a erosión hídrica y eólica, pendiente y distribución de áreas; conocer el aporte de biomasa por cada rubro sembrado y el contenido de nutrientes aportados y saber las dosis y etapas de materia seca a aplicar
- . Conocer el volumen productivo por rubro; para ello hay que conocer el rendimiento de cada rubro de manera que se reflejen los costos de producción y la ganancia que genere
- . En el caso de tener cultivos asociados y uno de ellos es el principal, es a éste al que se le sumarán los costos de producción y a la ganancia del rubro principal se le sumará lo aportado por los cultivos asociados. Por ejemplo en el caso de tener Piña + Frijoles + Pitahaya; todas las labores culturales se harán al cultivo principal (Piña) y los cultivos asociados recibirán beneficios sin generar mayores costos, los cuales a su vez pueden aportar materia seca para ser incorporada al suelo (resto de cosecha del frijol, materia verde de la poda de la Leguminosa que sirve de sostén a la Pitahaya)
- . Saber el destino que tendrá la producción, para ello es necesario conocer si los cultivos se van a dedicar a autoconsumo o mercado

Determinar la disponibilidad de mano de obra en el año, para esto hay que conocer la distribución de la fuerza de trabajo por cada rubro a establecer en la finca, saber la época de mayor frecuencia (demanda) de mano de obra de acuerdo al manejo de los cultivos y de donde proviene la fuerza de trabajo (familiar o externa) a utilizar

Conocer los costos e ingresos de la finca, para lo cual es necesario cuantificar los egresos e ingresos totales de esta, tomando en consideración todos los rubros y además hacer una valoración del estado ecológico de la finca después de comenzar las mejoras

Determinar la estrategia de implementación del plan de mejoramiento de la finca, el cual debe considerar las condiciones reales de la finca, fuerza de trabajo, disponibilidad de materiales y recursos

Realizar primero un diagnóstico general de la finca desde el punto de vista de salud, educación, accesibilidad del área (transporte, caminos, mantenimiento), fuentes de agua, comercio (mercado local, centro de acopio, etc), tipo de productor, situación de la tierra, principales cultivos, etc

El diseño y las etapas de implementación del plan de mejoramiento deben estar en concordancia con lo que el productor quiere y sea capaz de manejar

#### **7.6.6.- IMPORTANCIA DE LOS ANIMALES EN LOS SISTEMAS AGRICOLAS MIXTOS**

La eficiencia de las interacciones cultivo/animal es más pronunciada donde hay escasez de recursos de producción, por lo que resultan decisivas para el mejoramiento y el éxito de las pequeñas fincas en que el potencial de producción es limitado y en las que la posibilidad de aprovechar cultivos adicionales y fuerza de trabajo mediante la cría de animales se vuelve muy importante.

En las *interacciones cultivo/animal* más productivas el animal se usa como fuente de energía para labores de cultivo, como fuente de carne para consumo doméstico y para la venta, como consumidor de subproductos y como medio de reciclar nutrimentos en el terreno de cultivo (uso de estiércol y aboneras).



Las dos fuentes principales de alimentación animal en los sistemas agrícolas mixtos son: el pastoreo controlado y el alimento cortado y acarreado.

El uso de pastoreo controlado depende de la disponibilidad de pasturas apropiadas, ya sea en tierras no cultivadas de la finca o en áreas de pastoreo comercial. Hasta cierto punto los animales también pueden pastorear satisfactoriamente en los rastros que quedan después de la cosecha a lo largo de las cercas o entre los árboles de la finca.

En las fincas más pequeñas y trabajadas mas intensivamente pocas veces se permite a los animales pastorear en forma libre; en vez de ello, el alimento se cosecha y se les lleva. El agricultor puede obtener el alimento de sus animales de las cercas, o de las áreas sembradas con cultivos arbóreos donde pueden sembrar también especies de *Saccharum*, que son competitivas con otros pastos y malezas, altamente apetitosas para los animales y que no invaden los campos cultivados.

La distancia que recorrerá el agricultor buscando alimento para sus animales, y especialmente, la cantidad de tierra de cultivos que esté dispuesto a dedicar a este propósito, dependerá del tamaño de la finca y de la escasez de alimento.

En las fincas pequeñas los granos son generalmente usados como alimento sólo para pollos. Resulta más ventajoso para el agricultor convertir los granos en carne de pollo que venderlos directamente.

*El campesino tiene animales en su finca por una amplia variedad de razones entre las que figuran:*

- . Dan la posibilidad de diversificar los patrones de cultivos
- . Provisión de tracción animal, la cual puede ser usada ya sea para intensificar la producción de cultivos (ahorrando tiempo y facilitando fuerza de trabajo para las labores de cultivo) o extensificando la producción agrícola (capacitándole para cultivar mayor área y ahorrando mano de obra), además de transporte, bombeo de agua, etc
- . Proporcionan un complemento valioso a la dieta de la familia campesina

Dan la posibilidad de mejorar los ingresos de la familia campesina ya que la biomasa de bajo valor monetario (por ejemplo el Sorgo Millón) se puede transformar en productos animales de alto valor económico (un cerdito)

Producen estiércol el cual puede ser utilizado directamente o mezclado para formar Compost, que es una fuente importante de nitrógeno como abono orgánico

En lugares con mercados comerciales, los animales representan una fuente muy valiosa de capital y de ingreso en efectivo, y estabilizan la productividad de la finca durante las fluctuaciones climáticas de corta duración, a las que son poco susceptibles

Cuando hay acceso a mercados confiables el agricultor puede usar sus animales como respaldo contra necesidades imprevistas de dinero; mediante la venta de uno o más animales

Por lo tanto, es importante que los especialistas en animales y los especialistas en cultivos comprendan las interacciones existentes y su potencial para aumentar la productividad de las pequeñas fincas.

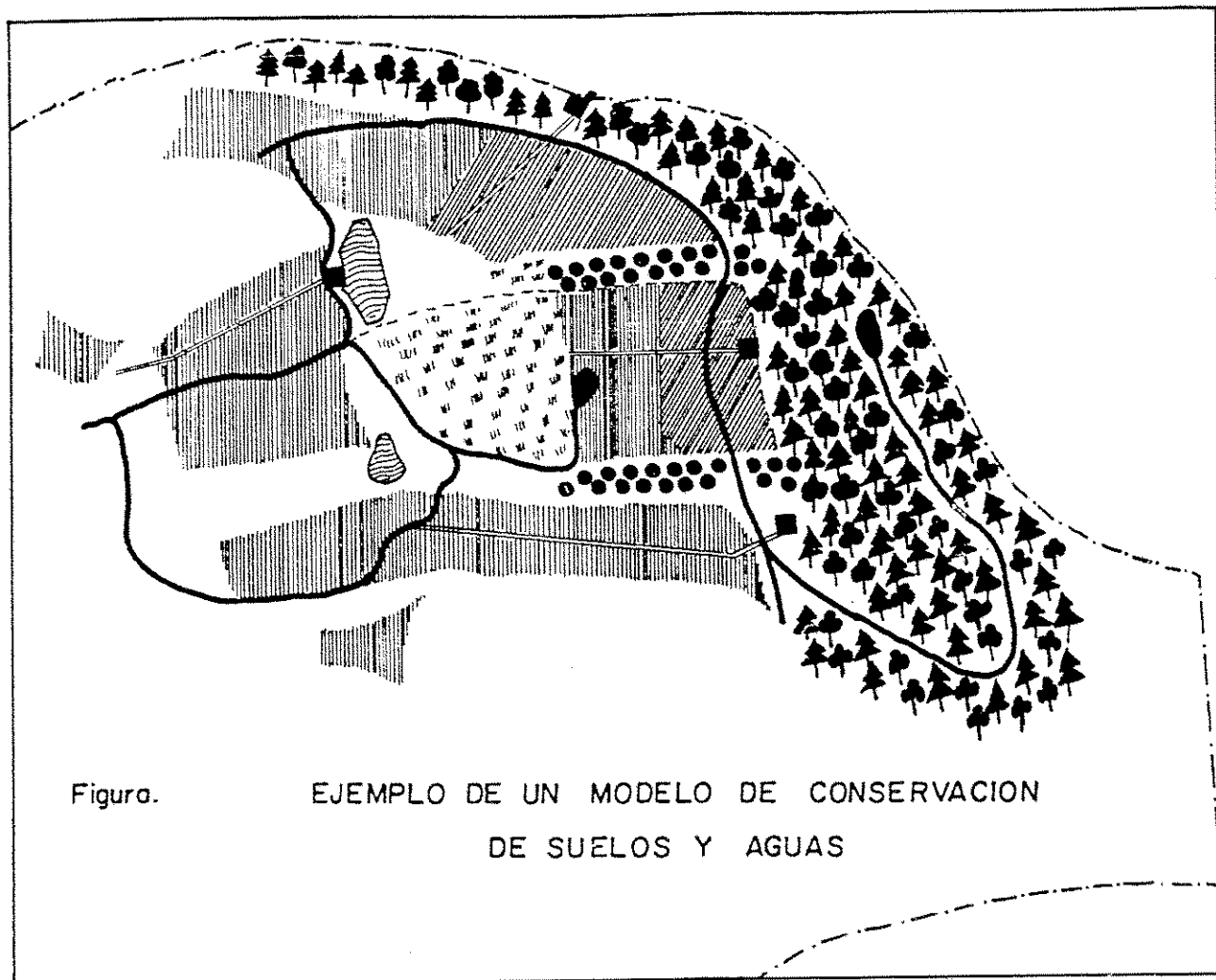
La diversificación de cultivos y actividades productivas en la finca contribuyen a la sostenibilidad porque dan estabilidad a la finca.

La producción de un solo cultivo para un mercado específico es muy sensible a cambios de mercado, de políticas y otros riesgos naturales. Con la diversificación, aunque un cultivo o el mercado falle hay otras actividades complementarias que pueden generar ingresos para mantener la finca.

La inclusión de árboles en la finca contribuye a la diversificación, pues provee otras fuentes de ingreso y representa una actividad que puede tener uso múltiple. Los árboles generan leña, productos para la construcción y madera fina, de acuerdo con la especie.

La diversificación también tiene limitaciones, debido a la complejidad de su manejo para el productor. Si la diversificación resulta demasiado complicada, es probable que el agricultor no diversifique su finca.

En el siguiente gráfico se muestra un Modelo de Conservación de Suelos y Agua para una Finca (Tomado de FAO, 1984)



	Reforestación		Caminos		Tuberías de agua
	Bancales		Límite de la cuenca		Abastecimiento de agua
	Cultivos arbóreos		Embalses		Pastoreo
	Cortavientos		Estanque de riego		

En el siguiente gráfico se presenta el Diseño de una Finca Diversificada (Tomado de Tracy & Pérez, 1986)

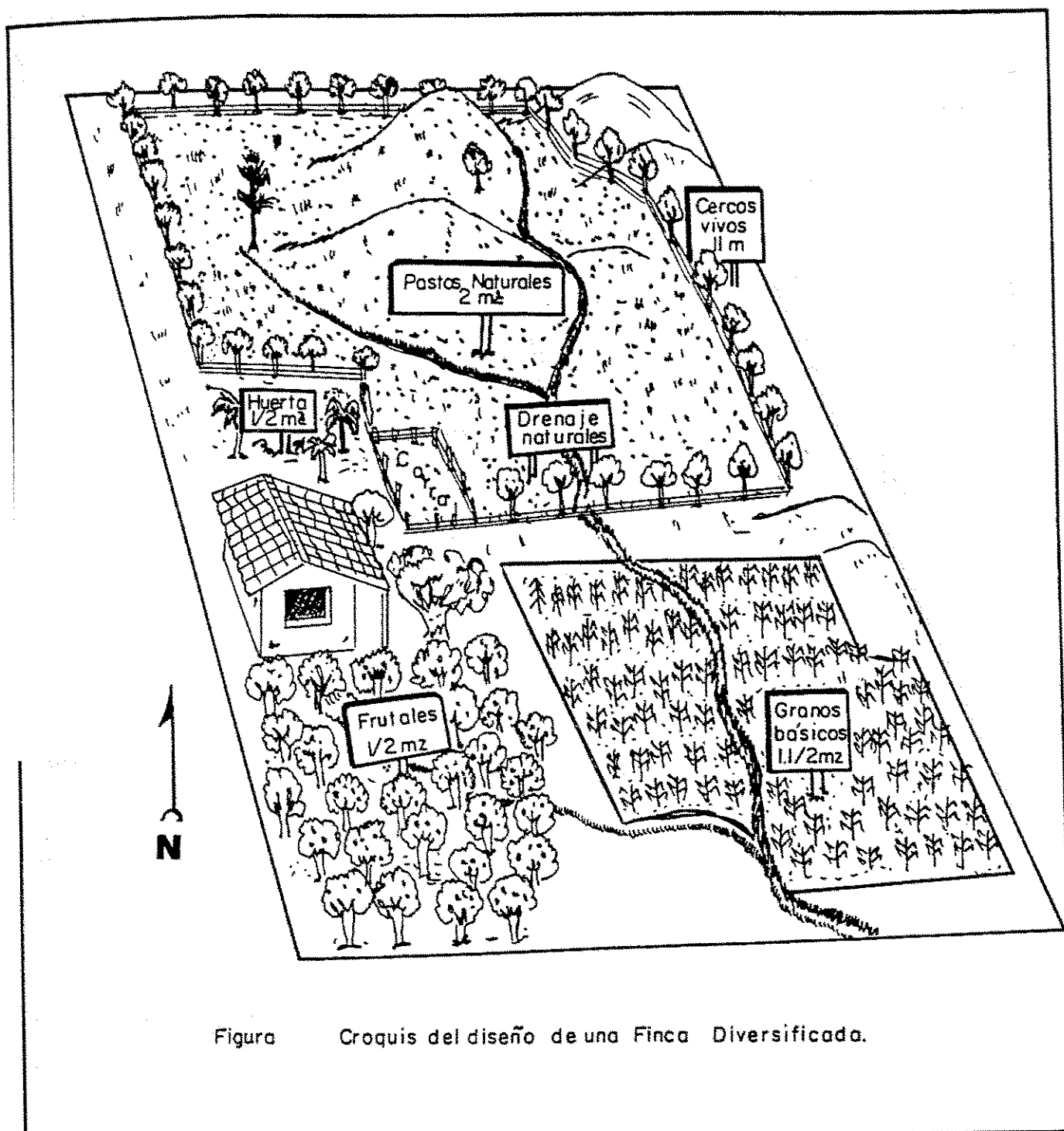
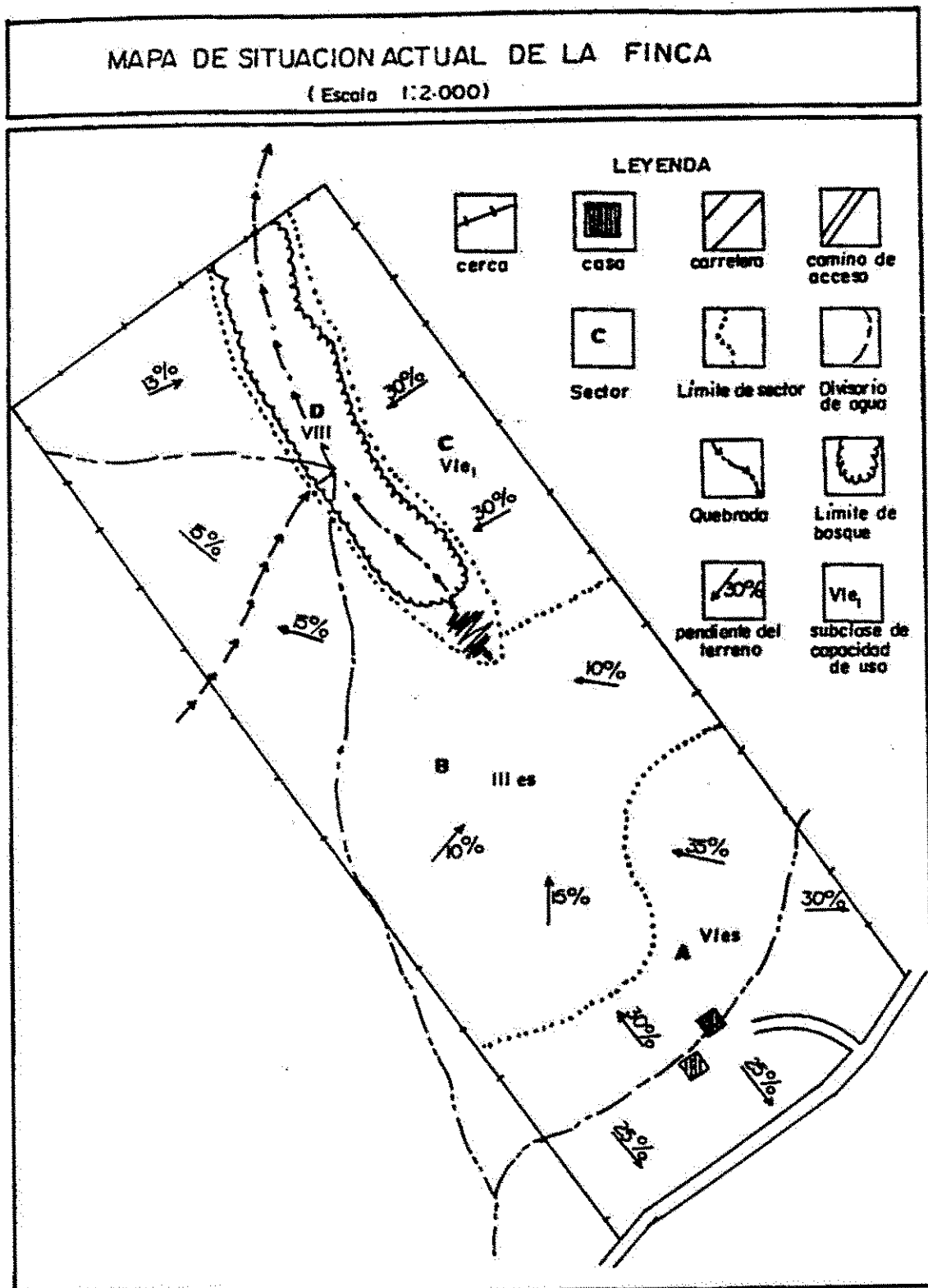


Figura Croquis del diseño de una Finca Diversificada.

A continuación se presenta un ejemplo supuesto de la Hoja de Inventario de los Recursos Físicos que es necesario elaborar para realizar la Planificación Conservacionista de una Finca

HOJA DE INVENTARIO DE RECURSOS FISICO				
NOMBRE DE LA FINCA : "LA LUCHA"		SUPERFICIE TOTAL: 6.9 Ha.		
PROPIETARIO DE LA FINCA: FELIX GAITAN				
REGION : IV		DEPARTAMENTO: MASAYA		
MUNICIPIO: NIQUINHOMO		COMARCA: SUPINOL		
INSTITUCION O PROYECTO PARA LA CUAL LABORA EL TECNICO: PASOLAC				
NOMBRE DEL TECNICO: JOSE ISIDRO GOMEZ TAPIA		FECHA: 16-05-96		
SECTOR	SUPERFICIE (HA)	USO ACTUAL	SUBCLASE DE CAPACIDAD	OBSERVACIONES
A	1.8	Frijoles y maíz.	VI es	Debido a la pendiente del terreno y al afloramiento de rocas, estos suelos no son aptos para cultivos anuales mecanizados en limpio.
B	3.6	Arroz y maíz.	III es	Por la textura franco limosa del suelo superficial, estas tierras son susceptible a erosión hídrica. Fue detectada la presencia de un horizonte franco arcilloso compactado de 20 cm. de profundidad.
C	0.8	Arroz y maíz	VI e	Debido a la pendiente del terreno, estos suelos sufren graves erosión si son usados en cultivos limpios.
D	0.7	Bosques secundario.	VIII	Este sector es ocupado por una quebrada que constituye la salida principal de drenaje de la finca. La parte inferior de la quebrada se encuentra bien protegida por bosques secundario degradado por un fenómeno de erosión en cárcava activa.

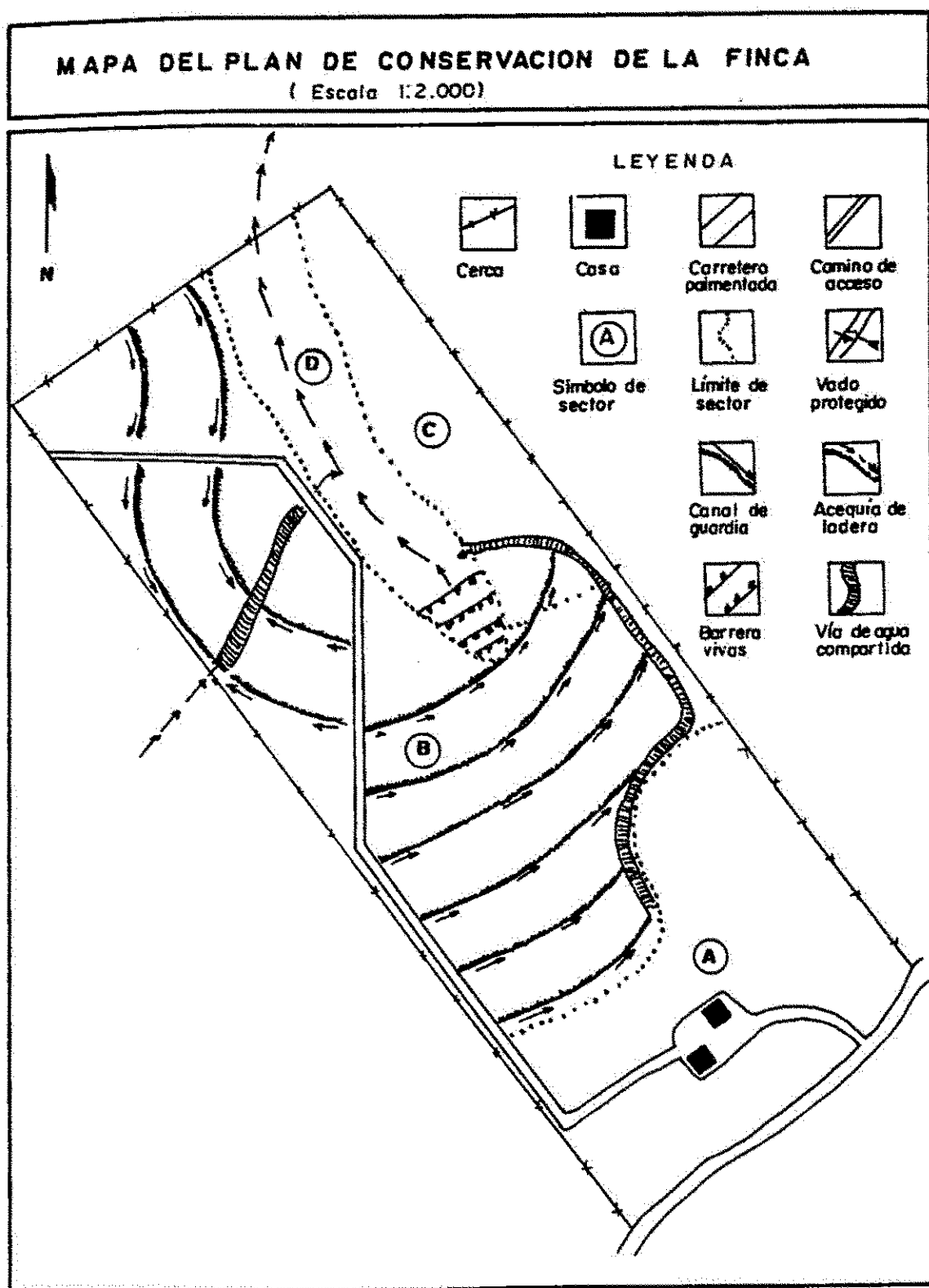
A continuación se presenta un ejemplo supuesto del Mapa de Situación Actual de una Finca, el cual es necesaria elaborar para realizar la Planificación Conservacionista de la misma



A continuación se presenta un ejemplo supuesto de la Hoja de Resumen del Plan de Conservación de una Finca

HOJA DE RESUMEN DEL PLAN DE CONSERVACION			
NOMBRE DE LA FINCA : "LA LUCHA"		SUPERFICIE TOTAL: 6.9 Ha.	
PROPIETARIO DE LA FINCA: FELIX GAITAN			
REGION : IV		DEPARTAMENTO: MASAYA	
MUNICIPIO : NIQUINHOMO		COMARCA : GUAPINDL	
INSTITUCION O PROYECTO PARA LA CUAL LABORA EL TECNICO: PASOLAC			
NOMBRE DEL TECNICO: JOSE ISIDRO GOMEZ TAPIA		FECHA : 16 - 05 - 96	
SECTOR	SUPERFICIE (HA)	USO PREFERIBLE DE LA TIERRA	PRACTICAS DE MANEJO CONSERVACIONISTA
A	1.8	Cultivos permanentes (marañón, mango, papaya).	Terrazas individuales, camino de acceso, cobertura muerta, cultivos de cobertura, compostaje y fertilización y enmiendas minerales.
B	3.6	Cultivos anuales continuos (maíz, arroz de secano y frijol).	Canal de guardia, acequias de laderas, vía de agua empastada, camino de acceso con lados protegidos, roturación profunda, labranza en contorno, barreras vivas, abonos verdes y fertilizantes y enmiendas minerales.
C	0.8	Cultivos permanentes (marañón, mango y papaya).	Terrazas individuales, cobertura muerta, cultivos de cobertura, compostaje y fertilización y enmiendas minerales.
D	0.7	Area de protección.	Control de cárcavas.

A continuación se presenta un ejemplo supuesto del Mapa del Plan de Conservación de una Finca





A continuación se presenta el Formato que puede ser utilizado para realizar el Inventario de los Recursos Físicos de una Finca.

HOJA DE INVENTARIO DE RECURSOS FISICO				
NOMBRE DE LA FINCA :		SUPERFICIE TOTAL:		
PROPIETARIO DE LA FINCA:				
REGION:	DEPARTAMENTO:	MUNICIPIO:	COMARCA:	
INSTITUCION O PROYECTO PARA LA CUAL LABORA EL TECNICO:				
NOMBRE DEL TECNICO:		FECHA:		
SECTOR	SUPERFICIE (HA)	USO ACTUAL	SUBCLASE DE CAPACIDAD	OBSERVACIONES

A continuación se presenta el Formato que puede ser utilizado para resumir el Plan de Conservación de una Finca

HOJA DE RESUMEN DEL PLAN DE CONSERVACION			
NOMBRE DE LA FINCA :		SUPERFICIE TOTAL:	
PROPIETARIO DE LA FINCA:			
REGION:	DEPARTAMENTO:	MUNICIPIO:	COMARCA:
INSTITUCION O PROYECTO PARA LA CUAL LABORA EL TECNICO:			
NOMBRE DEL TECNICO:		FECHA:	
SECTOR	SUPERFICIE (HA)	USO PREFERIBLE DE LA TIERRA	PRACTICAS DE MANEJO CONSERVACIONISTA

# **CAPITULO VIII**

**METODOS PARA MEDIR LA EROSION**

**DE SUELOS Y EVALUAR PRACTICAS**

**DE MANEJO**

### 8.1.- GENERALIDADES

Hasta hace poco, la investigación sobre la erosión de suelos se llevaba a cabo en diversas disciplinas de las ciencias de la tierra desde diferentes puntos de vista según el objetivo formal y específico de cada disciplina.

Por ejemplo los *Edafólogos* medían la erosión y examinaban los mecanismos de la erosión desde el punto de vista de control de erosión y conservación de suelos.

Recientemente la evolución en la investigación ha ocurrido en un sentido convergente y las ciencias de la tierra se están enfocando cada vez más en la investigación de los mecanismos de la erosión.

Para ello es necesario realizar una gran cantidad de observaciones, descritas de manera cualitativa y cuantitativa, con lo cual se pretende hacer una generalización empírica y luego formular teorías y modelos que describan el mecanismo de la erosión.

Según Hempel (1965), la Investigación Científica en sus diversas ramas busca no solamente registrar determinados fenómenos en el mundo de nuestra experiencia, sino que trata de describir regularidades en el flujo de los eventos y de esta manera establecer leyes generales que puedan utilizarse para la predicción, postdicción (explicar los datos pasados en términos de observaciones dadas) y la explicación.

Si aplicamos la definición anterior a la erosión de suelos, esta nos ofrece un buen punto de partida para explicar el objetivo final de las mediciones y de los experimentos, lo cual es metodológicamente importante.

La medición de la erosión del suelo tiene por objeto saber la cantidad de suelo en determinado espacio que se desplaza cierta distancia durante un tiempo específico.

La erosión del suelo se mide, volumétrica y dinámicamente, en puntos cuidadosamente seleccionados y representativos, o bien en estaciones de medición. En las mediciones directas la cantidad medida está relacionada directamente con una escala.

Por lo general, cualquier experimento crea una situación diseñada para conducir a la explicación de un fenómeno determinado. En lo que respecta a la erosión de suelos, esto significa que el fenómeno de la erosión debe estar completo o parcialmente simulado en el campo o en el laboratorio, a fin de investigar de manera sistemática el mecanismo de erosión.

## **8.2.- METODOS DE INVESTIGACION UTILIZADOS PARA ESTUDIAR LA EROSION DE SUELO**

Entre los métodos de investigación que se utilizan para estudiar la erosión del suelo por el agua figuran un gran número de técnicas y procedimientos diferentes; para ello haremos una breve descripción de los más comunes e importantes.

### **8.2.1.- METODOS DE RECONOCIMIENTO**

#### **8.2.1.1.- GENERALIDADES**

La medición del grado de erosión del suelo es un trabajo muy laborioso que requiere de un buen grado de observación y paciencia.

No siempre es fácil cuantificar la erosión que esta ocurriendo en un área determinada, aún cuando esta se mantenga bajo observación constante.

Para poder cuantificar la cantidad de suelo perdido en un área determinada se requiere de la presencia de algunos puntos de referencia y bajo condiciones naturales, tales puntos son difíciles de detectar.

Varios métodos han sido descritos por Gleason (1957), mediante los cuales se puede realizar una rápida evaluación de la pérdida de suelo a partir del cambio de nivel del mismo.

Uno de ellos consiste en clavar en el suelo clavos de acero galvanizado de unos 300 milímetros de largo; las diferencias de distancia entre la parte superior del clavo y el nivel del suelo nos indicarán los cambios habidos en el nivel superficial.

Cuando los sistemas de erosión y deposición van unidos, como sucede a menudo en las cárcavas, el *clavo se pasa a través de una arandela de acero y se clava a nivel del suelo*. Cuando tiene lugar la erosión, la arandela desciende con la superficie del suelo, pero si luego hay alguna sedimentación esta quedará sobre la arandela y mostrará el espesor de la misma, con lo cual obtendremos la posición más baja y la altura de la sedimentación.

Otra forma muy sencilla de registrar el nivel original del suelo es colocar objetos pesados sobre la superficie. El espesor de la erosión subsiguiente se comprueba por la altura de los pedestales de suelo protegidos por tales objetos.

Los grandes desplazamientos de suelo en el lecho de los ríos y en las cárcavas pueden medirse pintando líneas sobre las rocas y las raíces de los árboles a nivel del suelo; la erosión dejará una banda sin pintura que nos indicará el espesor del suelo desplazado.

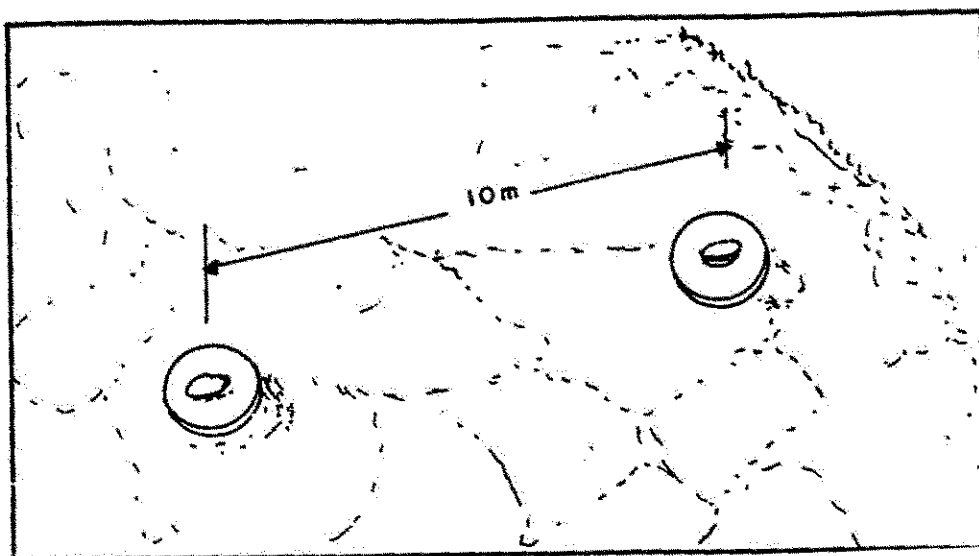
Los principales métodos que se utilizan para cuantificar la capa de suelo que se ha perdido por erosión hídrica son los que brevemente se describen a continuación:

#### **8.2.1.2.- CLAVOS CON ARANDELAS**

Este método se utiliza para cuantificar pérdidas de suelo por erosión laminar y consiste en utilizar clavos de 30 centímetros de largo con arandelas holgadas, las que se colocan cuidadosamente a lo largo de un transecto a intervalos regulares, procurando que la arandela descansa sobre la superficie del suelo y la cabeza del clavo la toque ligeramente.

El propósito del uso de las arandelas es marcar cortes en el terreno ocasionados por erosión y de esta forma medir el espesor de la capa de suelo perdida a intervalos de tiempo regulares.

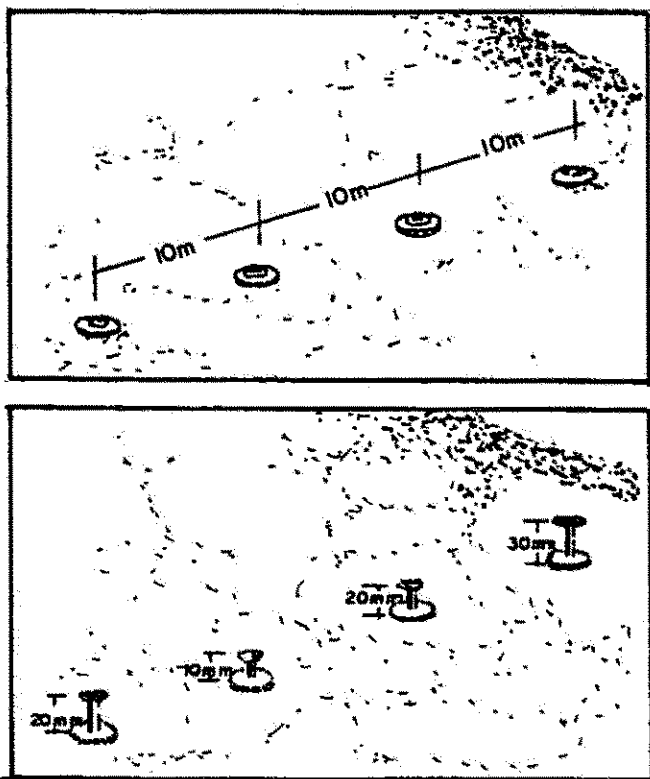
En la siguiente figura se muestra lo anteriormente expuesto



Los pasos que se deben seguir cuando se desee utilizar este método son los que se describen brevemente a continuación:

- . Seleccionar el área (lote) donde se desea cuantificar la erosión, para ello se ubica un transecto de dimensiones variables de 20, 50, 100 metros, el que debe marcarse con cuatro estacas
- . Tomar seis muestras de suelo haciendo uso del barreno para determinar su Densidad Aparente
- . Colocar los clavos con las arandelas a lo largo del transecto y a intervalos regulares de 5, 10, 20 metros
- . Efectuar visitas periódicas al lote para hacer observaciones sobre la altura del suelo erosionado en cada sitio de muestreo y obtener un valor promedio
- . En el caso de que exista acumulación de sedimentos en el lote, las arandelas que queden sedimentadas no deben ser consideradas en la cuantificación y solo se debe considerar lo que se perdió por erosión

En las siguientes figuras se muestra un ejemplo del método descrito anteriormente



#### 8.2.1.2.- TAPAS DE BOTELLA

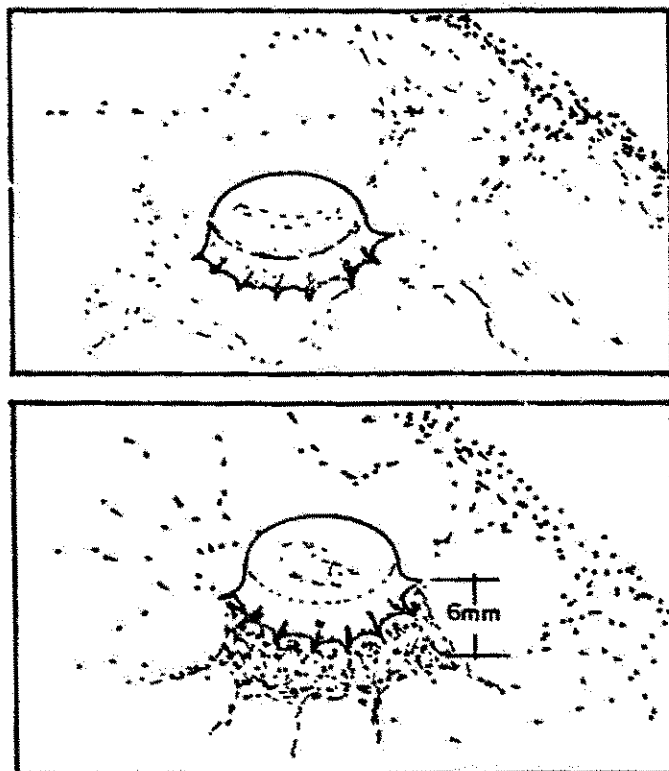
Este método consiste en utilizar tapas de botella, las que se colocan con el lado interno hacia el suelo, las que se presionan suavemente hasta lograr que la superficie superior quede al mismo nivel que la superficie del suelo y de esta forma evitar que puedan ser movidas por el viento; debido a ello se producirán pedestales similares a los formados naturalmente bajo piedras o raíces; la altura del pedestal nos indicará la profundidad del suelo perdido.

A través de este método podemos determinar la pérdida de suelo en metros cúbicos por hectárea, para ello se recomienda distribuir cuatro tapas de botella en una superficie de 50 x 50 metros o 16 tapas en una hectárea en forma de zigzag y procurar que estas queden separadas a 10 metros de distancia una de la otra.



Hay que efectuar visitas periódicas al lote para hacer observaciones sobre la altura del suelo erosionado en cada una de las tapas y poder obtener un valor promedio de la pérdida de suelo en milímetros en todas las tapas, este valor se multiplica por diez para obtener así la pérdida de suelo en metros cúbicos por hectárea.

En la siguiente figura podemos apreciar como se efectúa la cuantificación de la pérdida de suelo por el método de Tapas de Botella.



#### 8.2.1.3.- MARCAJE DE PIEDRAS

Este método consiste en marcar con pintura blanca líneas alrededor de algunas piedras grandes y fijas, señalando con ellas, el nivel de la superficie del suelo.

La medición periódica de la distancia del nivel de referencia a la superficie del suelo, nos dará una idea de las pérdidas de suelo ocurridas a través del tiempo.

**8.2.1.4.- MEDICION DE PEDESTALES**

Este método de reconocimiento de la erosión consiste en realizar la medición directa de los pedestales formados naturalmente bajo piedras, troncos, raíces, etc; la altura del pedestal nos indicará el espesor de la capa de suelo perdida por erosión.

**8.2.2.- CUANTIFICACION DEL SUELO PERDIDO POR EROSION LAMINAR**

Haciendo uso de los métodos de reconocimiento anteriormente descritos podemos conocer la capa de suelo en milímetros perdida por efecto de la erosión.

Para poder realizar esta cuantificación se puede utilizar la fórmula que se presenta a continuación:

$$P = h \times A \times Dap$$

donde:

- P** : Peso de suelo perdido en toneladas
- h** : Altura de la capa de suelo removida en metros
- A** : Area del terreno en metros cuadrados
- Dap** : Densidad aparente del suelo en ton/m<sup>3</sup>

Para emplear correctamente la fórmula antes descrita es necesario contar con cierta información; la cual podemos obtener al seguir los siguientes pasos:

- . Determinar el área donde se cuantificara la erosión
- . Medir la altura promedio de la capa que ha sido removida por la erosión, para lo cual se recomienda considerar el espesor de la lámina perdida de suelo en milímetros por un cierto período, generalmente cada año
- . Determinar la textura y densidad aparente del suelo

## 8.2.3.- CUANTIFICACION DE EROSION EN CARCAVAS

## 8.2.3.1.- GENERALIDADES

Cuando se desean estudiar los progresos de la erosión en cárcavas es necesario realizar mediciones de la evolución horizontal y vertical de la misma.

Para determinar la magnitud de la erosión ocurrida en una cárcava, es necesario seleccionar un tramo representativo de la misma y establecer algunos puntos de referencia para realizar mediciones horizontales (estacas) o mediciones verticales (banco de nivel).

El método que se utiliza para cuantificar la erosión en cárcavas se denomina Transecto de Carcávas, el cual consiste en dividir la cárcava en transectos (secciones transversales) procurando que estos sean homogéneos.

Luego se miden las secciones transversales, las cuales se enumeran progresivamente en el sentido de la corriente, las cuales estarán referidas a los puntos de apoyo establecidos previamente.

Las mediciones de las secciones transversales deben hacerse cada año, antes y después de la época de lluvia ó en un período intermedio y se deben comparar individualmente para determinar el área pérdida en cada sector transversal.

La pérdida media de erosión en la cárcava es igual al promedio de las pérdidas ocurridas en las diferentes secciones; cuando las pérdidas sean pequeñas, se recomienda marcar la plantilla de la cárcava en cada sección transversal con varios clavos y arandelas, siguiendo el perímetro mojado.

Al realizar este tipo de investigación también es muy útil el registro fotográfico, ello nos permitirá obtener datos cuantitativos a partir de fotografías tomadas con precisión; para ello deben fijarse una serie de señales para que las fotografías siguientes sean tomadas precisamente en el mismo punto y dirección y además conviene incluir algo que haga las veces de escala.

### 8.2.3.2.- METODOS DE CUANTIFICACION

Si deseamos *conocer cómo va profundizándose o ampliándose una cárcava*, podemos utilizar los procedimientos que se detallan brevemente a continuación para poder cuantificar las pérdidas de suelo en diferentes periodos en la misma.

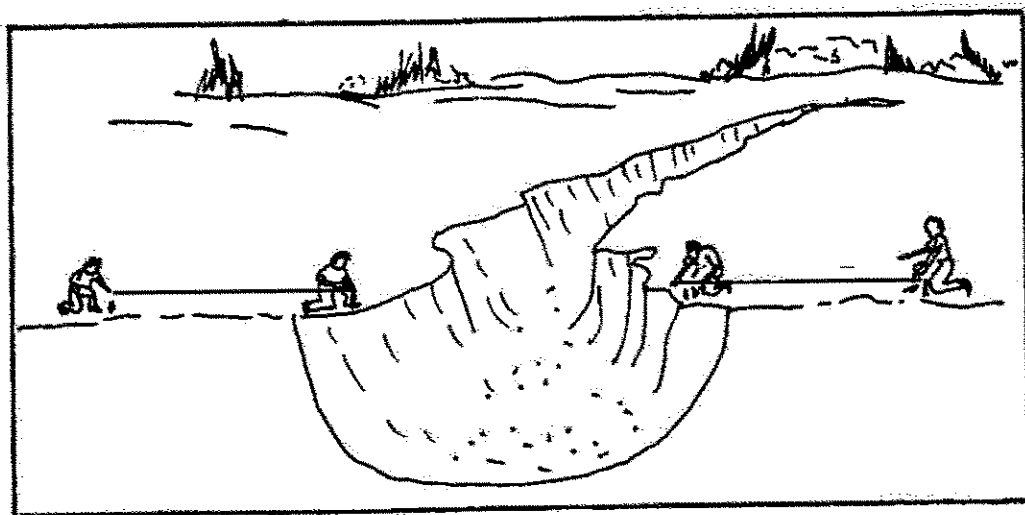
#### 8.2.3.2.1.- AMPLIACION DE LA CARCAVA

Si nos interesa *conocer como una cárcava va ampliándose producto de la erosión que en ella se presenta* podemos utilizar el siguiente *procedimiento*:

Colocar a cierta distancia de la orilla de la cárcava dos o más estacas debidamente referenciadas; las cuales nos servirán de apoyo al efectuar levantamientos sucesivos de secciones transversales. El número y espaciamiento de las estacas de apoyo dependerá de las características de la cárcava

Cuantificar la ampliación que ha sufrido la cárcava hacia ambos márgenes a determinados intervalos o después de haber transcurrido el periodo de lluvias

En la figura que aparece a continuación se presenta el procedimiento para medir la forma en que va ampliándose una cárcava en un terreno



**8.2.3.2.2.- AUMENTO EN PROFUNDIDAD DE LA CÁRCAVA**

Para poder *cuantificar la socavación que ocurre en una cárcava*, podemos utilizar los siguientes *procedimientos* que a continuación se describen brevemente.

**8.2.3.2.2.1.- LEVANTAMIENTOS PERIODICOS DE LA SECCION TRANSVERSAL**

Este método se *recomienda utilizarlo cuando las pérdidas de suelo son del orden de 50 o más milímetros por período de lluvia*; para ello se recomienda seguir los siguientes pasos:

- 1.- Seleccionar un transecto representativo de la cárcava y ubicar tres sitios como mínimo separados a 10 metros cada uno, con el objetivo de determinar el área en cada una de las secciones transversales de la cárcava
- 2.- Efectuar un levantamiento a las tres secciones con un aparato topográfico de precisión y un estadal, desplazando el estadal cada metro o a cada cambio de pendiente dentro del cauce y registrar las lecturas de las profundidades de la cárcava. Todas las lecturas deben estar referidas a uno o dos bancos de referencia fijos
- 3.- Anotar la información obtenida en el paso (2) a una escala de 1:100 en un papel milimetrado y unir los puntos con una línea continua
- 4.- Calcular cada sección su área inicial con un planimetro o por el método gráfico; el cual consiste en contar el número de cuadros que queden en la sección y con ello se obtiene el área
- 5.- Proceder después de un determinado período de lluvias a levantar las secciones transversales nuevamente, para ello debemos considerar los puntos de referencia (bancos de nivel) y anotar las lecturas de profundidad, las cuales se trasladan al mismo papel milimetrado utilizado en el paso (2) y unir las con líneas punteadas
- 6.- Calcular el área final de las nuevas secciones por cualquiera de los procedimientos descritos en el paso (4)

- 7.- Obtener las diferencias de área en cada una de las tres secciones, las cuales representarán el área perdida por erosión en cada uno de los tres tramos de 10 metros; además estas tres secciones representarán la variación de la cárcava en la longitud estudiada (30 metros) por lo que la pérdida promedio será el promedio de las tres secciones, la que se expresa en metro cuadrado por metro lineal
- 8.- Elaborar una tabla que contemple la siguiente información:

Sección	Area Inicial (mt <sup>2</sup> )	Area Final (mt <sup>2</sup> )	Diferencia	Area Perdida en 10 metros
A				
B				
C				

#### 8.2.3.2.2.2.- CLAVOS Y ARANDELAS

Este procedimiento se puede utilizar cuando las pérdidas de suelo en la cárcava sean pequeñas, para ello se recomienda seguir los pasos siguientes:

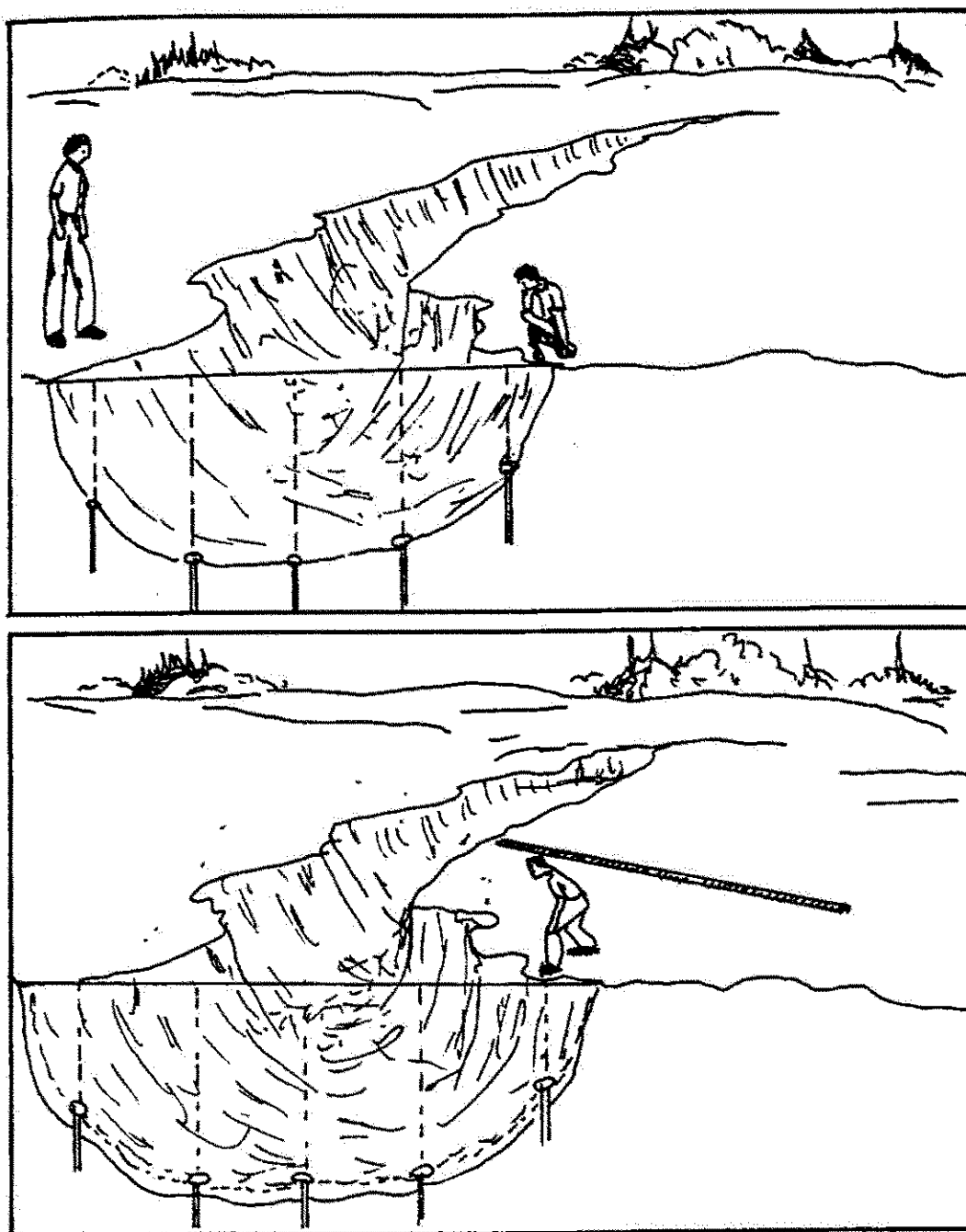
- 1.- Seleccionar un transecto recto representativo de la cárcava
- 2.- Colocar una cuerda o lazo de un extremo a otro de la cárcava y a separaciones variables o fijas de 0.5 metros, poner marcas y medir la profundidad con una cinta métrica en cada sitio
- 3.- Anotar la profundidad de la cárcava en cada porción y colocar un clavo de 30 centímetros con una arandela de tal forma que la cabeza del clavo y la arandela toquen ligeramente la superficie del suelo

- 4.- Calcular el área de cada porción de la cárcava, ya sea como triángulo o rectángulo para obtener las áreas iniciales de cada sección. Asimismo se puede obtener el área en cada sección utilizando los procedimientos descritos en el método anterior
- 5.- Después de la estación de lluvia proceder a medir la porción de suelo que ha sido erosionado o acumulado en cada clavo, con ello se modificarán las profundidades iniciales de cada sección
- 6.- Con los valores obtenidos en el paso (5) calcular las áreas finales después de la primera cuantificación
- 7.- Comparar las áreas iniciales con las finales de cada sección para obtener las pérdidas por erosión en la cárcava

Para calcular el peso de suelo perdido por erosión en los diferentes tramos de una cárcava se procede de la siguiente manera:

- . Determinar el área perdida por erosión en  $\text{mt}^2/\text{metro lineal}$  mediante el uso de cualquiera de los métodos descritos anteriormente
- . Considerar la longitud de la cárcava donde se desea cuantificar la erosión
- . Determinar la textura del suelo correspondiente a la cárcava y la densidad aparente
- . El peso de suelo perdido en una cárcava se obtiene multiplicando el volumen perdido por la densidad aparente del suelo. Generalmente las pérdidas se expresan en toneladas/kilómetro lineal. Si se requiere de otra unidad de longitud, deberán hacerse las conversiones correspondientes

En las siguientes figuras se muestra la representación de la sección de una cárcava para observar la erosión que en ella se presenta; destacando los pasos (2) y (3) y en la última figura el paso (5) descritos anteriormente





#### 8.2.4.- EXPERIMENTOS DE CAMPO

##### 8.2.4.1.- GENERALIDADES

La investigación que se realiza sobre la erosión de suelos esta basada en la obtención de datos experimentales que se obtienen de parcelas a nivel de laboratorio o de campo; estos datos se aplican posteriormente para predecir o evaluar la erosión de suelos y la tasa de sedimentación.

El diseño e investigación en parcelas experimentales para medir la pérdida de suelo y agua se iniciaron en los Estados Unidos de Norteamérica; los primeros experimentos fueron llevados a cabo por el Servicio Forestal en Utah, en 1915, seguidos por los del profesor Miller en Missouri, en 1917. Actualmente se realizan experimentos en otros países; por lo que hay suficiente información sobre diseño y trabajo en parcelas de campo.

Los diferentes tipos de experimentos se basan en el tamaño de la parcela, ya que ello refleja tanto el objetivo del experimento como la naturaleza de la recolección de los datos.

Por ejemplo el tamaño más pequeño, frecuentemente llamado *Microparcela*, posee uno o dos metros cuadrados; es muy barato de preparar e instalar y es útil cuando se requiere gran número de ellas en investigaciones preliminares. La precisión no es grande pero sí suficiente para comparar el resultado con diferentes tratamientos. Estas parcelas también son adecuadas para realizar investigación por primera vez acerca de la erosionabilidad relativa de los diferentes tipos de suelo; pero no es conveniente utilizarlas para muestrear la pérdida de suelo en cuencas grandes (Hayward, 1969).

Cuando es necesario medir la *escorrentía superficial*, se necesitan utilizar parcelas de mayor tamaño, de tal forma que se reproduzca el efecto acumulativo de la *escorrentía* creciente aguas abajo en ellas.

En América se ha utilizado un tamaño de parcela que hoy en día sirve de módulo con el que pueden compararse otros experimentos; el tamaño utilizado es de 2 metros de ancho por 22 metros de longitud. Al utilizar parcelas con este tamaño se pueden llevar a cabo experimentos sobre cultivos y rotaciones, siempre y cuando sea aceptable para realizar a mano las labores agrícolas.

Cuando las operaciones agrícolas a escala de campo sean parte esencial de los tratamientos en un ensayo se requiere de la utilización de parcelas mayores de 0.02 hectáreas; para ello es necesario disponer de grandes tanques de almacenamiento y además estas requieren alguna división mecánica de la escorrentía; lo cual aumenta los costos de su construcción.

#### **8.2.4.2.- LOTES DE ESCURRIMIENTO**

##### **8.2.4.2.1.- GENERALIDADES**

Los lotes de escurrimiento también denominados "*Parcelas de Escurrimiento*", "*Lotes de Observación*" o "*Parcelas de Erosión*", constituyen la metodología más confiable para determinar las pérdidas de suelo por efecto de erosión hídrica. Estas parcelas se instalan en zonas agrícolas, de pastoreo, forestales y/o de uso múltiple; normalmente se utilizan varias, una al lado de otra, aplicando diversos tratamientos en cada una y manteniendo otras de testigo.

Para poder cuantificar la erosión hídrica en un área determinada utilizando parcelas de escurrimiento, primero es necesario seleccionar un sitio representativo de las condiciones del área y ubicar un lote de observación del proceso erosivo, de área conocida, a lo largo de la pendiente principal del terreno.

En el transcurso de varias décadas de investigación especializada en el campo de la erosión del suelo y de problemas de conservación en los Estados Unidos, se comprobó que no hay un sustituto satisfactorio para las parcelas de escorrentía, debido a que estas proporcionan datos básicos que solamente pueden obtenerse por la medición real de cantidades de suelo y agua perdidos por la escorrentía y la erosión.

En el estudio de la erosión en la agricultura, los ingenieros agrónomos norteamericanos compararon la erosión de determinadas parcelas de escorrentía con la erosión en parcelas estándar.

Una *Parcela Estándar* o *Parcela Unitaria* se selecciona de tal manera que una medida específica de pérdida de suelo pueda proporcionar un valor cuantitativo, experimentalmente determinado, del factor de Erodabilidad del suelo (K).

Según Wischmeier y Smith (1965), una *Parcela Unitaria* tiene una pendiente uniforme en sentido longitudinal de 9 por ciento es un barbecho continuo, con labranza constante cuesta abajo y tiene una longitud de 22.1 metros.

A partir de las tasas de erosión medidas mediante el uso de estas parcelas, Wischmeier y Smith (1965) derivaron la denominada *Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE)*, la que se analiza y describe en el capítulo nueve de este texto.

#### 8.2.4.2.2.- DEFINICION

A continuación se presentan algunas definiciones del término *Parcela de Escorrentía*:

- . Pequeñas zonas que se ubican en las laderas y se aíslan de las áreas colindantes mediante muros artificiales, se utilizan para medir el escurrimiento y la erosión en área pequeñas
- . Area de tamaño variable limitada por paredes metálicas o de cualquier otro material, las cuales la aíslan completamente y evitan que le llegue la escorrentía de otros predios, que se utilizan para cuantificar la erosión hídrica de un área determinada

#### 8.2.4.2.3.- USOS

Las parcelas de escorrentía se utilizan para:

- . Determinar el efecto que tienen los diferentes usos de la tierra en la producción de sedimentos y descarga de agua con relación a la ocurrencia de precipitación
- . Estudiar la validez de fórmulas de cálculos descarga, mediante el cálculo de coeficientes de escorrentía
- . Estudiar la validez de fórmulas de predicción de producción de sedimentos y mejorar las técnicas de control de erosión
- . Estudiar el régimen de escorrentía en sus fases iniciales y la influencia que sobre ella producen la pendiente, la longitud y estado de las laderas, los diferentes tipos de suelo y vegetación, los cultivos y otros

**8.2.4.2.4.- VENTAJAS Y LIMITACIONES**

las *ventajas* que nos brinda el uso de los Lotes de Escurrimiento podemos mencionar las siguientes:

- . Permiten medir el escurrimiento y la erosión del suelo en superficies pequeñas y grandes
- . Permiten medir el efecto de coberturas vegetales y de manejo
- . Se pueden construir con diversos materiales

Las *limitantes o desventajas* que presentan las parcelas de erosión se enumeran a continuación:

- . Los resultados son locales
- . Para poder extrapolar los resultados obtenidos se requieren de periodo considerables de estudio
- . El personal de campo que realizará el muestreo requiere ser capacitado
- . Se requiere de la instalación de un pluviógrafo cerca de la parcela para poder tener información pluviométrica del área, y relacionar la cantidad de lluvia y la intensidad con las mediciones del escurrimiento y la erosión. Estos aparatos son costosos y muy delicados de manejar, para ello es preciso entrenar a una persona que llevará el registro de los datos de lluvia
- . Es necesario que las muestras de escurrimiento y sedimento sean homogéneas
- . Se necesita de personal de vigilancia para cuidar los instrumentos instalados en la parcela, esto se puede remediar si las mismas se establecen cerca de la casa del agricultor

## 8.2.4.2.5.- COMPONENTES Y DESCRIPCION

Una parcela de erosión consta de los siguientes elementos:

## 8.2.4.2.5.1.- BORDES

Una parcela de erosión tiene forma rectangular con su lado más largo paralelo a la pendiente, esta se aísla del resto del terreno mediante el uso de bordes; sus dimensiones varían desde 8 hasta 22 metros de largo y el ancho de 1 a 4 metros y el lado pendiente abajo queda libre de borde.

La función de los bordes es aislar la escorrentía de la parcela de la zona circundante; estos se pueden construir con diversos materiales tales como: madera, concreto, láminas de zinc o de asbesto cemento (Plycem); se deben enterrar a una profundidad de 20 a 30 centímetros en el suelo y dejarse a una altura de 20 centímetros.

También se pueden utilizar como bordes barreras de tierra pero estas presentan la desventaja de que al cavarse tierra se crea un canal que invita a la concentración de la escorrentía y favorece la erosión.

Si se utilizan bordes de asbesto, estos tendrán una duración probada de campo de 5 años porque son resistentes, debido a ello pueden sacarse, transportarse y colocarse nuevamente en otras parcelas.

Es importante colocar adecuadamente las láminas que se utilizarán como bordes en la parcela, para lo cual se recomienda que la lámina superior en su extremo pendiente abajo se traslape hacia adentro del terreno.

En el caso de que las labores con tractor formen parte del tratamiento en las parcelas, se recomienda que los bordes puedan ser desmontables.

## 8.2.4.2.5.2.- CANAL INTERCEPTOR

También denominado Colector tiene la función de interceptar los sedimentos junto con la escorrentía que los transporta y canalizarlos a un tubo conductor.

Este se coloca transversalmente en la parte baja del área de escorrentía o borde inferior de la parcela; para su construcción se recomienda utilizar materiales permanentes como: ladrillos, hormigón o lámina de zinc liso.

Se deben evitar las filtraciones por debajo del colector, ya que si se erosionan grandes cantidades de suelo, el nivel de la parcela bajará y en ese caso el borde resaltado del colector puede actuar como freno a la erosión.

Por ello es importante que el canal interceptor se acople a los bordes paralelos de la parcela y se coloque a ras de la superficie del suelo en el extremo hacia el área de erosión, de esta forma no se producirán fugas.

Es indispensable que el canal tenga una pendiente interna mayor del 8% en el sentido de los extremos hacia su parte media para facilitar el movimiento de los sedimentos y la escorrentía hacia el canal conductor y evitar sedimentación a lo interno.

Este canal debe tener una altura de 20 centímetros en sus extremos, hacia el centro alcanzar más de 35 centímetros y tener una pendiente de 7.5%.

Cuando se quieran obtener medidas precisas de la escorrentía, se pueden colocar encima del colector tapas, ya que el 100% de la escorrentía producida en superficies impermeables es significativa cuando se compara con la escorrentía de la parcela.

#### 8.2.4.2.5.3.- CANAL CONDUCTOR

También se le denomina Canal de Conducción o Tubo Conductor, tiene la función de transportar los sedimentos junto con la escorrentía hacia una unidad de muestreo constituida por los Tanques de Almacenamiento.

Este canal consiste de un tubo PVC de unas 10 pulgadas de diámetro el que debe tener un declive hacia el sistema de tanques de almacenamiento.

## 8.2.4.2.5.- COMPONENTES Y DESCRIPCION

Una parcela de erosión consta de los siguientes elementos:

## 8.2.4.2.5.1.- BORDES

Una parcela de erosión tiene forma rectangular con su lado más largo paralelo a la pendiente, esta se aísla del resto del terreno mediante el uso de bordes; sus dimensiones varían desde 8 hasta 22 metros de largo y el ancho de 1 a 4 metros y el lado pendiente abajo queda libre de borde.

La función de los bordes es aislar la escorrentía de la parcela de la zona circundante; estos se pueden construir con diversos materiales tales como: madera, concreto, láminas de zinc o de asbesto cemento (Plycem); se deben enterrar a una profundidad de 20 a 30 centímetros en el suelo y dejarse a una altura de 20 centímetros.

También se pueden utilizar como bordes barreras de tierra, pero estas presentan la desventaja de que al cavarse tierra se crea un canal que invita a la concentración de la escorrentía y favorece la erosión.

Si se utilizan bordes de asbesto, estos tendrán una duración probada de campo de 5 años porque son resistentes, debido a ello pueden sacarse, transportarse y colocarse nuevamente en otras parcelas.

Es importante colocar adecuadamente las láminas que se utilizarán como bordes en la parcela, para lo cual se recomienda que la lámina superior en su extremo pendiente abajo se traslape hacia adentro del terreno.

En el caso de que las labores con tractor formen parte del tratamiento en las parcelas, se recomienda que los bordes puedan ser desmontables.

## 8.2.4.2.5.2.- CANAL INTERCEPTOR

También denominado Colector tiene la función de interceptar los sedimentos junto con la escorrentía que los transporta y canalizarlos a un tubo conductor.

Este se coloca transversalmente en la parte baja del área de escorrentía o borde inferior de la parcela; para su construcción se recomienda utilizar materiales permanentes como: ladrillos, hormigón o lámina de zinc liso.

Se deben evitar las filtraciones por debajo del colector, ya que si se erosionan grandes cantidades de suelo, el nivel de la parcela bajará y en ese caso el borde resaltado del colector puede actuar como freno a la erosión.

Por ello es importante que el canal interceptor se acople a los bordes paralelos de la parcela y se coloque a ras de la superficie del suelo en el extremo hacia el área de erosión, de esta forma no se producirán fugas.

Es indispensable que el canal tenga una pendiente interna mayor del 8% en el sentido de los extremos hacia su parte media para facilitar el movimiento de los sedimentos y la escorrentía hacia el canal conductor y evitar sedimentación a lo interno.

Este canal debe tener una altura de 20 centímetros en sus extremos, hacia el centro alcanzar más de 35 centímetros y tener una pendiente de 7.5%.

Cuando se quieran obtener medidas precisas de la escorrentía, se pueden colocar encima del colector tapas, ya que el 100% de la escorrentía producida en superficies impermeables es significativa cuando se compara con la escorrentía de la parcela.

#### 8.2.4.2.5.3.- CANAL CONDUCTOR

También se le denomina Canal de Conducción o Tubo Conductor, tiene la función de transportar los sedimentos junto con la escorrentía hacia una unidad de muestreo constituida por los Tanques de Almacenamiento.

Este canal consiste de un tubo PVC de unas 10 pulgadas de diámetro el que debe tener un declive hacia el sistema de tanques de almacenamiento.



## 8.2.4.2.5.4.- TANQUES DE ALMACENAMIENTO

También se les denomina *Tanques de Sedimentos*, tienen la función de guardar las porciones de escorrentía y de pérdidas de suelo para su posterior análisis; se colocan en la parte baja de la parcela, deben estar tapados y estar graduados para poder cuantificar la altura de los sedimentos y escorrentía captados por ellos después de cada evento lluvioso.

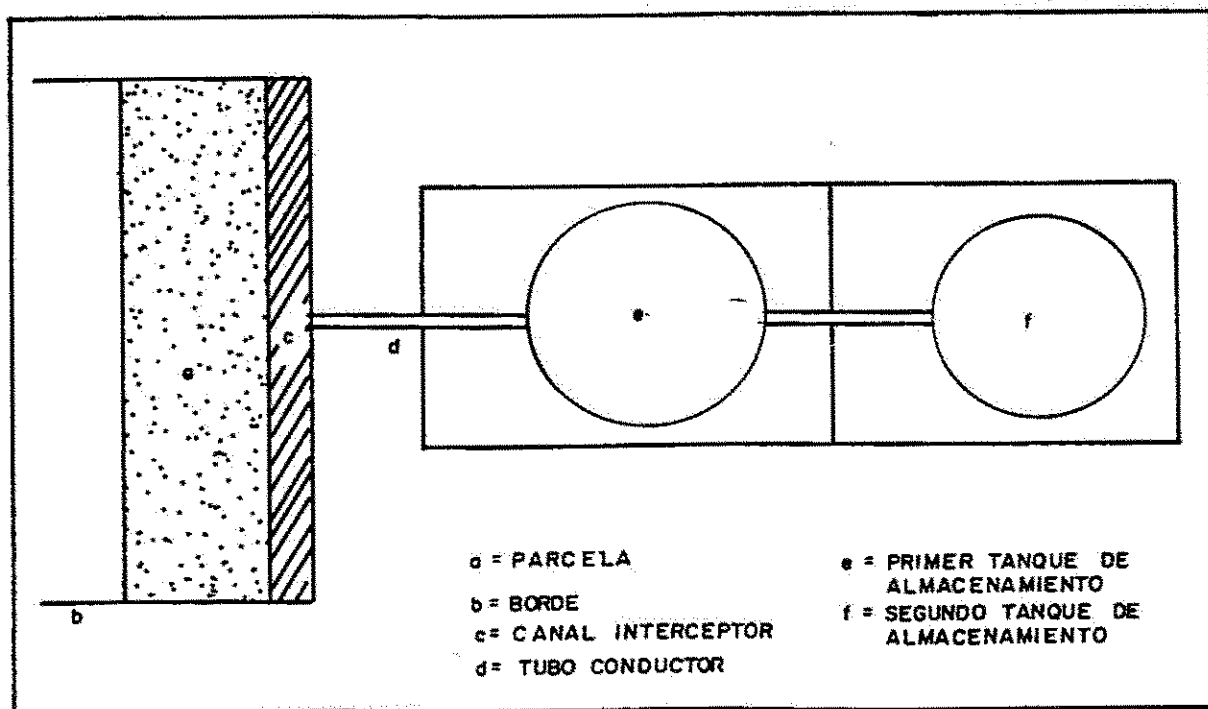
Para ello se pueden utilizar dos o más tanques de asbesto cemento, barriles o construir una fosa con materiales de albañilería.

En el caso de utilizar dos tanques de almacenamientos, al primero se le debe colocar un divisor o un tubo que conduzca el excedente la escorrentía captada hacia el siguiente tanque.

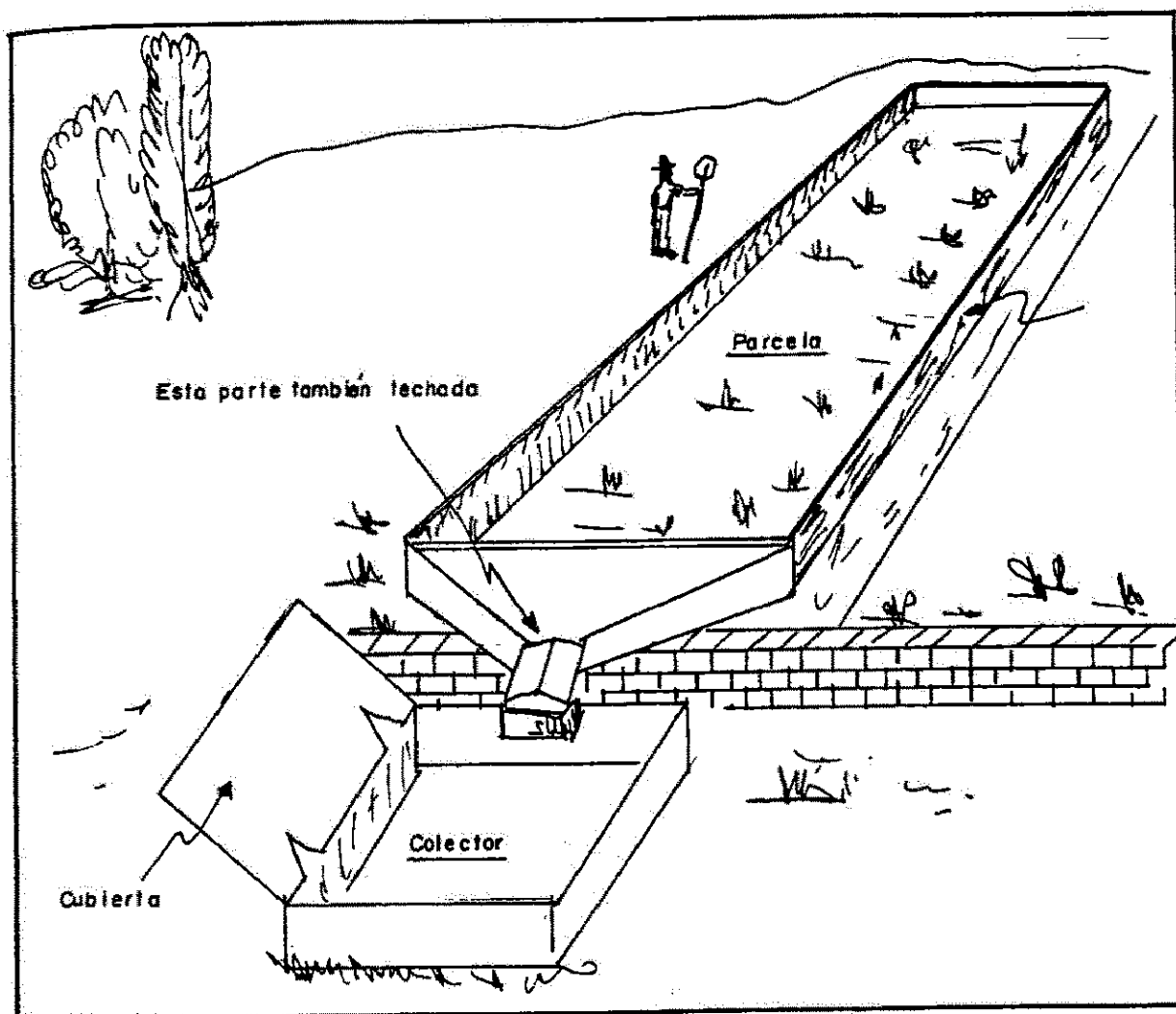
Para establecer el sistema de tanques de almacenamiento es necesario considerar las condiciones climáticas y topográficas del área donde se deseen establecer las parcelas.

Si la pendiente del terreno donde se instalará la parcela es muy inclinada, es recomendable recortar la longitud de la misma para evitar desbordamientos en el sistema de tanques.

En el siguiente esquema se muestra de manera general una Parcela de Erosión con sus Componentes



En la siguiente figura se muestra un Esquema de una Parcela de Escurrimiento Simple



**8.2.4.2.6.- PROCEDIMIENTO GENERAL PARA CUANTIFICAR PERDIDAS DE SUELO Y AGUA POR MEDIO DE LOTES DE ESCURRIMIENTO**

Las pérdidas de suelo por erosión hídrica en un tiempo determinado se puede determinar utilizando Lotes de Escurrimiento siguiendo el procedimiento que se describe brevemente a continuación:

- . Realizar muestreo en las parcelas después de 8 horas de ocurrida la lluvia
- . Registrar la lectura total de sedimento y escurrimiento (AT) captado por cada tanque de almacenamiento instalado en la parcela de erosión
- . Drenar la escorrentia captada por los tanques de almacenamiento a través de un sifón de manguera hasta cuando se llegue a tocar el límite superior del volumen de sedimento; esto se hace con el objetivo de determinar la altura de los sedimentos (AS)
- . Agitar enérgicamente la masa de agua y sedimentos con los pies hasta lograr alcanzar una mezcla homogénea y tomar dos muestras de sedimentos de un litro de volumen por cada tanque de almacenamiento; las muestras pueden ser colectadas en tarros o recipientes plásticos
- . Identificar correctamente las muestras colectadas, para ello se recomienda colocar una etiqueta en la que se anota la fecha en que se realizó el muestreo, el número de la muestra, el nombre de la persona que realizó el muestreo y el número de la parcela
- . Trasladar las muestras al laboratorio para poder determinar el volumen real de las mismas
- . Pesar las muestras de lodo y después introducirlas en un horno para secarlas y poder determinar el peso de suelo seco (Pss) por muestra mediante el método gravimétrico. Los valores obtenidos deben transferirse a relaciones de volúmenes y hectáreas

Jackson (1964), ideó un método más preciso y seguro para determinar el volumen de las muestras; el cual consiste en añadir agentes floculadores como Cloruro de Aluminio o gotas de Acido Clorhídrico a las muestras de agua de escurrimiento y dejarlas reposar hasta que la tierra se sedimente, el agua sobrante se tiene que pesar mediante un sifón; luego el residuo se tiene que secar y pesar

Determinar la altura de escurrimiento parcial o agua drenada (AA) en cada tanque de almacenamiento por diferencia de los valores de AT y AS correspondiente a cada tanque

Calcular el volumen de escorrentía y sedimentos en cada uno de los tanques aplicando la siguiente ecuación:

$$V = AA + AS \times \pi \times r^2$$

donde:

V : Volumen de escorrentía (mt<sup>2</sup>)  
Volumen de sedimento (ton/ha)

AA : Altura de escurrimiento parcial o agua drenada  
correspondiente al tanque de almacenamiento

r<sup>2</sup>: Radio del taque de almacenamiento

AS : Altura de sedimento correspondiente al taque de  
almacenamiento

Determinar la pérdida de suelo (A) multiplicando el volumen total captado por el taque (V) y el peso seco de las partículas sólidas de suelo (Pos) correspondiente a las muestras colectadas por el mismo tanque durante el evento lluvioso

La pérdida de suelo para un tiempo determinado será igual a la sumatoria de las pérdidas parciales para cada lluvia, esta se debe expresar en ton/ha/año

La cantidad de agua perdida por escorrentía superficial (Ag) para un tiempo determinado será igual a la sumatoria de los volúmenes parciales de escorrentía (AA) para cada lluvia en cada parcela de erosión, esta se puede expresar e milímetros o en tanto por ciento de la lluvia

#### 8.2.4.2.7.- UTILIZACION DE LAS PARCELAS DE EROSION EN NICARAGUA

En nuestro país se han realizado pocos estudios de investigación utilizando la metodología de las parcelas de escurrimiento para cuantificar pérdidas de suelo por efecto de la erosión hídrica.

A continuación describiremos brevemente los resultados obtenidos en dichas investigaciones:

En los años 1985-86 se realizaron investigaciones utilizando *microparcels* de erosión para *cuantificar pérdidas de suelo en cultivos agrícolas en la Región III*; los ensayos fueron llevados a cabo por IRENA como parte del *Proyecto Control de Erosión de Occidente (PCEO)* y se establecieron en la localidad de *Cristo Rey del municipio de Quezalguaque en el departamento de León y Las Varas correspondiente al municipio de Posoltega en el departamento de Chinandega*. Las *pérdidas de suelo* obtenidas en estas investigaciones fueron *mayores a las 80 ton/ha/año* (Pacheco, M., 1987).

En 1990-91 Rivas D., realizó una investigación utilizando esta metodología para *estudiar la erosión hídrica en sistema de cultivos de Maíz y Piña en el municipio de Ticuantepe del departamento de Managua*. Los resultados de dicha investigación dejan ver que las *mayores pérdidas de suelo y agua corresponden al tratamiento de suelo sin cobertura vegetal (79.6 ton/ha/año y 120 mm en 1990 y 157.3 ton/ha/año y 210 en 1991)*. Asimismo en 1990 las *pérdidas de suelo y agua en el cultivo de Piña fueron de 15 ton/ha/año y 37 mm respectivamente*. En 1991 estos valores fueron de *2.4 ton/ha/año y 29 mm*. La *rotación Maíz-Maíz mostró pérdidas de suelo de 6.54 y 78.9 ton/ha/año en 1990-91 respectivamente y las pérdidas de agua fueron de 31 y 107 mm*.

En 1993 en el municipio de Ticuantepe, de la región III del departamento de Managua durante la estación lluviosa, Rivas y Mendoza; establecieron parcelas de escurrimiento para evaluar el efecto de prácticas de conservación de suelos sobre la pérdida de suelo y agua y su beneficio económico en la producción de Granos Básicos. Los tratamientos evaluados fueron *cultivo en contorno, barreras vivas y cultivo de relevo*. Las *pérdidas de suelo determinadas en esta investigación fueron de 0.63, 0.90 y 2.37 ton/ha/año, valores por debajo del rango de tolerancia determinado que fue de 8 ton/ha/año y las pérdidas de escurrimiento fueron de 3%, 2.89% y 6.25% del agua precipitada en los respectivos tratamientos evaluados*.

Gutiérrez, P. F. en 1994 realizó un estudio para evaluar las pérdidas de suelo con el método de parcelas de escurrimiento. El objetivo de dicha investigación fue determinar la cantidad de sólidos y líquido que bajan de la Microcuenca D de la Cuenca Sur del Lago de Managua hacia la Laguna de Tiscapa y determinar en base a la cobertura vegetal o tipo de cultivo el proceso de erosión. Los resultados obtenidos fueron de hasta 89 ton/ha en suelos en barbecho desnudo.

En 1994 la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) en conjunto con el Proyecto Agroforestal El Pital de CARE, iniciaron un estudio en la finca de tres productores participantes en el proyecto ubicadas en los municipios de Diria y Niquinohomo del departamento de Masaya. El objetivo general de dicho estudio es evaluar el efecto de barreras vivas de Madero Negro (*Gliricidea sepium*) sobre el proceso de erosión y su beneficio económico en la producción de Granos Básicos de Maíz y Frijol. Los resultados obtenidos muestran bajos valores de pérdidas de suelos y agua, menores al nivel de tolerancia que es de 8 ton/ha/año.

#### **8.2.4.3.- SIMULADORES DE LLUVIA**

##### **8.2.4.3.1.- GENERALIDADES**

La erosión del suelo es el resultado de la acción mutua de factores como la lluvia, la pendiente del terreno, el cultivo o la cubierta vegetal de la tierra, las propiedades del suelo y las prácticas auxiliares como cultivo en terrazas y cultivo siguiendo las curvas a nivel.

El poder erosivo del agua de lluvia durante un aguacero determinado depende de la intensidad con que el agua cae, de la cantidad total de la lluvia caída y del tamaño de las gotas del agua de la lluvia.

La variabilidad de las lluvias naturales entre una y otra localidad hace difícil valorar cuantitativamente la acción mutua de la lluvia con los demás factores causantes de la erosión.

A través del tiempo se han realizado estudios sobre los factores que intervienen en la erosión hídrica y se ha buscado la forma de caracterizarlos cuantitativamente, lográndose así diversos modelos matemáticos para interpretar cuantitativamente los factores que intervienen en dicho proceso. Un ejemplo de estos modelos lo constituye la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo.

Posterior al desarrollo de estos modelos matemáticos, se fueron presentando nuevas interrogantes e hipótesis más específicas sobre los posibles factores que intervienen en la erosión hídrica y uno de ellos fue la precipitación pluvial, llegándose a plantear que el tamaño de la gota de lluvia según Hudson (1964), Hall (1970), Lowe en 1982 citado por Hudson (1982); la intensidad según Hudson (1982) y la distribución de las gotas de la lluvia según Laws (1940) son elementos que influyen de sobremanera en la erosión hídrica y fue entonces que se empezó a desarrollar la investigación en el campo de la *Simulación de Lluvia*.

Los primeros proyectos de Simuladores de Lluvia pretendían sólo aplicar una cantidad determinada de agua, pero el siguiente paso se dirigió a aplicarla en intensidades comparables con la lluvia real. Alrededor de 1950 se demostró que la *erosividad está relacionada con la energía cinética y por ello el Simulador de Lluvia ideal debería reproducir esta característica*.

Los *Simuladores de Lluvia constan de aspersores que lanzan al aire agua pulverizada que luego cae sobre la parcela donde se realiza la investigación*.

La *parcela debe tener bordes metálicos para poder retener el agua que cae en ella, es necesario colocar un dispositivo en el extremo inferior de la misma para poder recoger y medir el agua de escurrimiento y cubrirla con un material impermeable*.

La *lluvia se aplica a la parcela bajo una tienda de lona la que se monta en bastidores metálicos para reducir o eliminar los efectos del viento sobre la distribución del agua*.

El primer diseño original de un Simulador de Lluvia fue ideado por Ellison en la década de 1940 para realizar trabajos de laboratorio, aunque más tarde se realizaron versiones para efectuar estudios de campo.

A través del tiempo se han diseñado diversos modelos de Simuladores de Lluvia para determinar la velocidad de infiltración, el escurrimiento y la erosión en condiciones diversas tales como, los desarrollados por Meyer (1958) llamado por el mismo autor *Rainulator*, el simulador de Swanson (1965), el *Infiltrómetro Dispersador de Purdue* (Bertrand y Parr, 1961) y el Simulador de Morin et. al., (1967), entre otros.

Este continuo incremento del conocimiento en el campo de la simulación de la lluvia, han hecho que los *Simuladores de Lluvia constituyan una de las mejores herramientas de trabajo de las que disponen los investigadores conservacionistas.*

#### 8.2.4.3.2.- VENTAJAS Y OBJETIVOS

El uso de Simuladores de Lluvia para realizar trabajos de investigación en el campo de la erosión hídrica nos brinda las siguientes *ventajas*:

- . Proporcionan un medio eficaz para crear y regular la precipitación pluvial
- . Permiten caracterizar más exactamente los efectos que sobre la erosión tienen las interacciones entre la lluvia, la pendiente, las condiciones concernientes a la cubierta vegetal y las propiedades del suelo
- . Permiten estudiar la relación de la cantidad, la intensidad y la energía cinética total de la lluvia con la erosión y evaluar los factores que influyen en la erodabilidad de los suelos
- . Se emplean para evaluar los efectos de la rotación de cultivo, las coberturas orgánicas muertas, el apelmazamiento de las praderas por el sobrepastoreo, la pendiente y la longitud del declive, la textura y estructura del suelo, la obturación superficial del suelo y la permeabilidad interna sobre el escurrimiento y la erosión
- . Facilitan evaluar la relación de las propiedades del suelo, la lluvia y la pendiente con el desprendimiento de las partículas del suelo y el transporte de las mismas por el agua de escurrimiento
- . Se pueden utilizar para realizar investigaciones a nivel de laboratorio como en el campo, sobre suelos inalterados
- . El tiempo requerido para realizar la investigación es corto



- . Son portátiles y por ello se les puede utilizar para producir lluvia con una intensidad dada en cualquier localidad que se desee
- . No es necesario interpolar o extrapolar los resultados a partir de la lluvia que mejor se adapte a las necesidades de la investigación, ya que la misma tormenta puede ser creada una y otra vez hasta que los resultados hayan sido comprobados y confirmados

#### 8.2.4.3.3.- CARACTERISTICAS

*Un buen Simulador de Lluvia es aquel que reproduce precisa y repetidamente una lluvia artificial teniendo el mismo efecto sobre el suelo que una lluvia natural.*

Los simuladores de lluvia deben poseer ciertas características para que los datos que mediante ellos se obtengan se puedan interpretar como una expresión de lo que podría esperarse de una lluvia natural.

*Las características que debe poseer un Simulador de Lluvia son las siguientes:*

- . Proyectar el agua uniformemente y a velocidad regulada sobre la superficie de la parcela y sobre la inmediata vecindad de ésta
- . Simular el tamaño de las gotas de agua y la intensidad de la lluvia de forma parecida a las de las lluvias naturales de poder erosivo razonablemente grande
- . La velocidad de caída de las gotas de agua de la lluvia artificial tiene que ser parecida a la velocidad terminal de la lluvia natural
- . Los valores de la energía total de las gotas de agua de la lluvia simulada tendrán que ser comparables con los de las gotas de lluvia natural
- . Cuando el simulador de lluvia se utilice para medir la erosión, las parcelas de ensayo deben ser bastante largas y suficientemente anchas para permitir la acción erosiva del flujo laminar y una cierta concentración de este flujo en surcos, como ocurre la mayoría de las veces en las condiciones reales

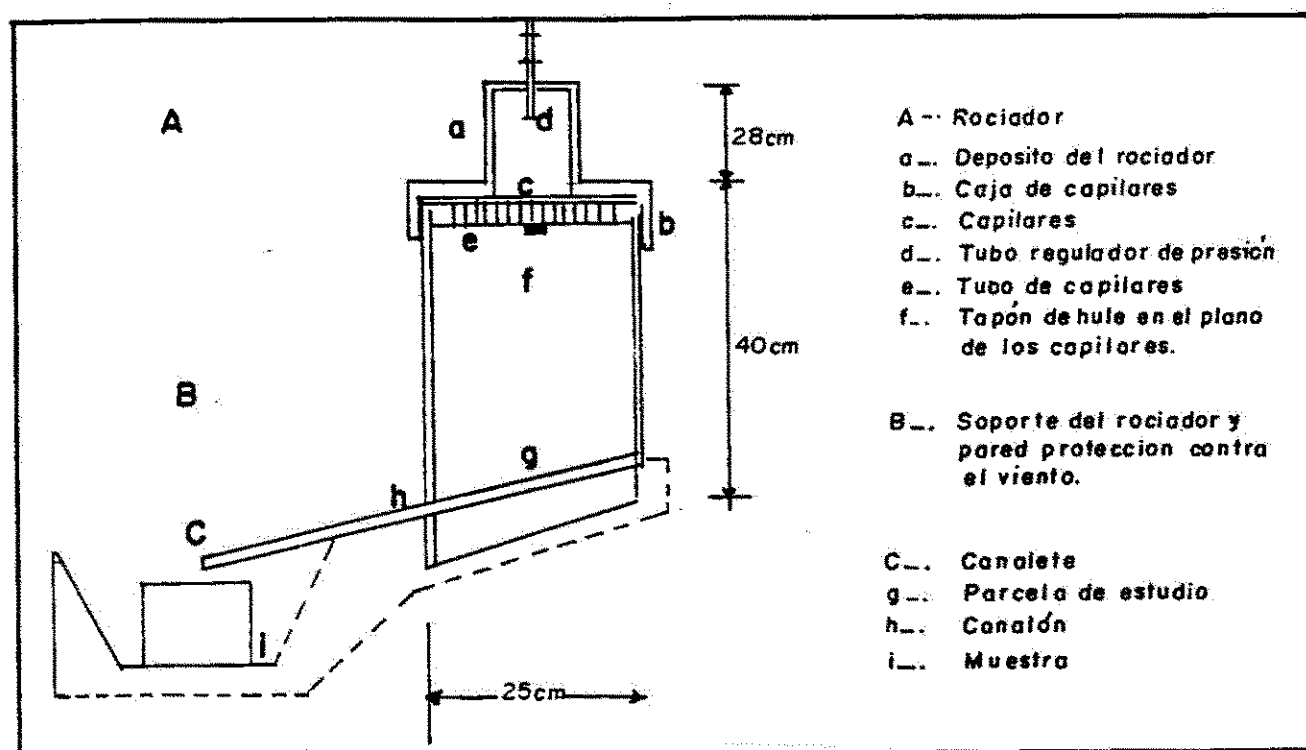
8.2.4.3.4.- **MINI-SIMULADOR DE LLUVIA**8.2.4.3.4.1.- **GENERALIDADES**

El desarrollo de las investigaciones y las exigencias propias de las mismas, han logrado la creación de nuevas técnicas y el diseño de diversos aparatos con fines de estudio, siendo este el *Mini-Simulador de lluvia desarrollado en la Universidad de Kamphorst de Holanda, en 1987, el cual fue diseñado específicamente para estudiar la erodabilidad de los suelos a nivel de laboratorio y de campo.*

Este instrumento consta de tres partes fundamentales (Kramphorst, 1987):

- . Un rociador que posee un regulador de presión en la base principal del frasco, el cual produce el riego superficial
- . Un soporte para el rociador, el cual funciona como defensa contra el viento en el campo
- . Un canalón de acero inoxidable

En la figura que se presenta a continuación se muestra un Esquema General del Mini-Simulador de Lluvia



En el siguiente cuadro se presentan las Especificaciones de Diseño del Mini-Simulador de Lluvia

Magnitud de la lluvia	18 mm
Duración de la lluvia	3 min
Intensidad de la lluvia	6 mm/min
Altura de caída de la gota en la parte más baja de la pendiente	425 mm
Altura de caída de la gota en la parte más alta de la pendiente	375 mm
Promedio de la altura de caída de la gota	400 mm
Diámetro de la gota	5.9 mm
Masa de la gota	0.106 g
Número de capilares	49
Energía cinética de la lluvia	35.4 J/mm
Area de la parcela de estudio	0.0625 mt <sup>2</sup>
Pendiente de la parcela	20%

Según el diseño de este instrumento para poderlo utilizarlo es necesario contar con una parcela de estudio que tenga una pendiente del 20%; por lo que es preciso diseñarla. Además es indispensable calibrarlo previo a la simulación de la lluvia para poder precisar la intensidad con la cual se va a trabajar, de tal forma que en un tiempo de tres minutos se aplique un volumen de agua de 1125 centímetros cúbicos para así obtener una intensidad de lluvia de 6 mm/min, la cual es la intensidad de trabajo del aparato de acuerdo a sus especificaciones de diseño, ya que para esta intensidad se obtendrá la energía cinética de la lluvia de 35.4 J/mm.

Al realizar estudios de campo con este instrumento, se recomienda que estos se realicen en la época seca, con el objetivo de evitar mayores alteraciones de la estructura, porosidad y cambios bruscos de humedad presentes en el suelo.

#### 8.2.4.3.4.2.- VENTAJAS Y LIMITACIONES

El uso del Mini-Simulador de lluvia presenta las *ventajas* que a continuación se especifican:

- Requiere solamente de 10 galones de agua para poder realizar al menos 20 simulaciones en el campo

- Se puede trabajar en diferentes épocas del año

- Se pueden efectuar muchas repeticiones en poco tiempo

- Se requiere de una persona para su manipulación

- Puede utilizarse a nivel de laboratorio o a nivel de campo

- Permite obtener un banco de información a nivel de investigación en diferentes tipos de suelos

Entre las *limitaciones* que presenta el uso de este instrumento figuran las siguientes:

- A nivel de campo y de laboratorio se requiere que la parcela de estudio tenga una pendiente standard de 20%

- A nivel de campo el horizonte superficial tiene que ser perturbado para poder diseñar la pendiente standard requerida

- La parcela de investigación tiene una dimensión de 625 centímetros cuadrados lo cual imposibilita que se puedan realizar prácticas de conservación dentro de la misma

- El material con el cual fue construido este instrumento se dilata y contrae con la temperatura por lo cual no es conveniente trabajar con el en horas muy avanzadas del día

**8.2.4.3.4.3.- DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA**

Mediante la utilización del Mini-simulador de Lluvia se puede determinar el índice de erodabilidad del suelo ya sea a nivel de campo o laboratorio, para ello es necesario realizar la preparación y calibración de dicho aparato y diseñar la parcela que se utilizara en la investigación.

**8.2.4.3.4.3.1.- PREPARACION DEL MINI-SIMULADOR**

Los pasos que se deben seguir para efectuar el llenado y calibración del depósito rociador del mini-simulador de lluvia antes de realizar la simulación de la lluvia se detallan brevemente a continuación:

- . Asegurarse que el tubo regulador de presión tenga bien puesto el tapón de hule
- . En una parcela auxiliar o marco de ensamblaje se debe colocar el rociador de forma invertida, con los capilares hacia arriba
- . Quitar el tapón de hule que se encuentra en el plano de los capilares y proceder a llenar el depósito del rociador a través del orificio descubierto; hay que procurar que no queden burbujas de aire dentro del depósito del rociador
- . Al llenar el depósito, hay que colocar nuevamente el tapón de hule al orificio por el cual se realizó el llenado
- . Colocar el rociador en posición normal (posición para producir la lluvia), sobre el marco de ensamblaje
- . Quitar lentamente el tapón de hule del tubo regulador de presión y observar que el agua introducida en el tubo regulador de presión, debido al proceso de llenado salga completamente
- . Simultáneamente al paso anterior, hay que ajustar la altura requerida en el tubo regulador de presión (altura exterior), para obtener la intensidad requerida. Para proporcionar una intensidad de 6mm/min, hay que dar una altura exterior al tubo regulador de presión de 2.75 centímetros, esto se puede realizar con un vernier

Al finalizar la operación anterior, hay que colocar nuevamente el tapón del tubo regulador de presión y de esta forma el rociador estará listo para efectuar la simulación de la lluvia

#### 8.2.4.3.4.3.2.- PREPARACION DE LA PARCELA

Dado que el *diseño de fabricación del mini-simulador de lluvia limita el tener que utilizar una pendiente del 20% para la parcela de estudio, es necesario diseñarla adecuadamente y llevar el suelo hasta su capacidad de campo*, para ello se recomienda seguir el siguiente *procedimiento*:

Con un palín hay que eliminar materiales extraños de la superficie del suelo, tratando de modificar la pendiente original del terreno hasta obtener una pendiente igual al 20%

Una vez que la superficie este limpia se procede a delimitar el área que será usada como parcela en la simulación de la lluvia; esto se logra usando un canalón que tiene 25 centímetros de largo por 25 centímetros de ancho y 5 centímetros de profundidad, el cual se introduce en el terreno

Se recomienda dejar un borde de seguridad de 2 centímetros en la parcela, por lo que esta tendrá un área de 729 centímetros cuadrados

Realizar una zanja alrededor del área de estudio antes de introducir el canalón al suelo, esto se hace con el propósito de que el canalón se introduzca fácilmente a presión y a la vez eliminar porciones de tierra de las márgenes externas del área de estudio, evitando de esta forma la perturbación de la misma

Introducir el canalón procurando que sobresalga de él una superficie de suelo de un centímetro de espesor

Después de haber instalado el canalón hay que determinar la pendiente de la parcela, para ello se puede utilizar un triángulo de madera que conste de las siguientes dimensiones: una base de 25 centímetros de largo y una altura de cateto opuesto al ángulo de 5 centímetros con una pendiente del 20%; el cual se debe colocar sobre el canalón y con un nivel de burbuja determinar exactamente la pendiente de la parcela.

Luego se procede a dar la estructura original a la parcela, para ello se puede utilizar una navaja, la cual se introduce a una profundidad aproximadamente de 0.5 centímetros sobre la superficie del suelo que fue perturbada con el palín. Al introducir la navaja hay que aplicar una pequeña presión hacia abajo para separar el suelo perturbado y de esta forma obtener la porosidad y la estructura original en la parte superficial del suelo; tratando de dejar una superficie plana con una sola inclinación de 20%. Esta operación se hace hasta que la superficie del suelo engrase con el canalón

Posteriormente hay que eliminar las partículas sueltas que queden sobre la superficie ya preparada con un aspirador o un soplador manual, procurando que esta operación no perturbe los poros de la superficie del suelo y que estas partículas no influyan sobre las pérdidas de suelo que se obtengan una vez realizada la simulación de la lluvia

Es importante que al realizar las simulaciones, ya sea a nivel de campo o laboratorio, el contenido de humedad del suelo este cercano a la Capacidad de Campo con el fin de lograr que el escurrimiento se produzca temprano o de una forma uniforme

Para llevar el suelo hasta capacidad de campo es necesario determinar con anticipación esta constante de humedad del suelo y luego antes de realizar la simulación determinar el contenido de humedad presente

La cantidad de agua a aplicarse para llevar el suelo a capacidad de campo se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$WAA = (CC - HP) \cdot Dap \cdot P \cdot A$$

donde:

WAA : Volumen de agua a aplicar para llevar el suelo a capacidad de campo en centímetros cúbicos

CC : Capacidad de campo (%)

HP : Humedad presente (%)

Dap : Densidad Aparente en g/cm<sup>3</sup>

P : Profundidad de la parcela en metro

A : Area de la parcela en cm<sup>2</sup>

Es necesario preparar una parcela auxiliar con todas las características referidas para la parcela de estudio excepto que no es necesario que esta tenga una pendiente del 20%

Aplicar a la parcela auxiliar el volumen de agua calculado (WAA) y al momento de terminar de aplicar dicha cantidad de agua llevar el conteo de intervalos de tiempo y tomar muestras de suelo mojado que abarquen los 2.5 centímetros de profundidad para determinarles el contenido de humedad por cada intervalo de tiempo que se considere y de esta forma poder establecer el tiempo que será necesario esperar después de la aplicación del agua, para que el suelo alcance su capacidad de campo y este será el momento en el cual se debe iniciar la simulación de la lluvia

Se recomienda preparar tres parcelas auxiliares para determinar el momento del inicio de la simulación de la lluvia, con el fin de trabajar con un tiempo promedio



## 8.2.4.3.4.4.- MANEJO

Para efectuar la simulación de la lluvia con este aparato se debe remover el tapón del tubo de presión y colocarlo sobre el rociador, de tal forma que permita tapar en cualquier momento el tubo de presión.

Hay que mover el rociador en todas direcciones, asegurando que las gotas de agua salgan de los capilares y caigan uniformemente en la parcela.

Después de tres minutos de simulación de la lluvia hay que reponer el tapón en el tubo de presión y retirar el rociador junto con el soporte.

Los sedimentos y el agua escurrida en la parcela se deben almacenar en un recipiente colector que se coloca junto al canalón, las partículas que quedaron sobre el canalón se deben remover con la ayuda de una limpiadora.

Los depósitos de muestras se deben trasladar al laboratorio, para cuantificar la cantidad de agua de escorrentía y sedimentos recolectados.

Las muestras se deben introducir en un horno a una temperatura de 105°C por un tiempo de 48 horas y luego estas se vuelven a pesar para poder obtener la cantidad de suelo perdido para la parcela en estudio, una vez efectuada la simulación de la lluvia.

El escurrimiento superficial se obtiene por diferencia entre el peso de la solución (suelo + agua), menos el peso del suelo seco después de haber estado en el proceso de secado la solución.

Posteriormente se determina la concentración de sedimentos al relacionar la cantidad de suelo encontrado en un volumen de agua determinado.

Gaméz (1989) y Murrillo (1990), utilizaron esta metodología en nuestro país a nivel de laboratorio y de campo respectivamente.

**8.2.4.4.- LEVANTAMIENTO DE LA EROSION ACTUAL****8.2.4.4.1.- GENERALIDADES**

La *Erosión Actual* es la *situación actual con respecto a las pérdidas de suelo por erosión en las parcelas y por erosión en cárcavas*. Esta situación es el *resultado de la erosión en el pasado*.

La *metodología* del Levantamiento de Erosión Actual se utiliza para *poder cuantificar la erosión hídrica y caracterizar de manera general los factores que influyen en el proceso erosivo en un área determinada*. Somarriba (1989), utilizo en nuestro país esta metodología a nivel de finca.

Un *Levantamiento de Erosión Actual* consiste en *realizar un mapa en el que se plasman las consecuencias físicas reconocibles de los procesos de erosión (huellas de erosión) para poder analizar las causas de la erosión, lo que será de gran importancia para determinar las posibilidades de uso de la tierra en un área determinada* (Eppink, 1985).

**8.2.4.4.2.- OBJETIVOS**

Entre los objetivos que se persiguen al realizar un Levantamiento de Erosión Actual, podemos mencionar los siguientes:

- Evaluar la erosión hídrica actual bajo las condiciones particulares del área de estudio
- Elaborar un mapa de Erosión Actual en el que se indiquen los grados de severidad y los factores que afectan el proceso erosivo
- Contribuye a la Evaluación de la Tierra con fines de Planificación de Uso y Manejo de la Tierra
- Se puede utilizar como una herramienta de evaluación a nivel de Proyectos o Instituciones que se encuentren trabajando en un área determinada; ya que se puede ser utilizada antes, durante y después de la intervención de los mismos

La información que se obtiene mediante su uso es de gran importancia para la planificación con fines de manejo y conservación de suelos y agua, ya que permite diagnosticar el estado actual de los recursos y las causas que han conducido a dicho estado.

#### 8.2.4.4.3.- VENTAJAS Y LIMITACIONES

Las *ventajas* que presenta la utilización de esta metodología son las siguientes:

Es una metodología que puede aplicarse a nivel de finca, subcuenca, cuenca, país; por lo que el uso de las herramientas utilizadas y el nivel de detalle deben adecuarse al caso de estudio

Asegura evaluar el proceso erosivo bajo diferentes principios y herramientas; con lo cual se logra identificar claramente las formas, extensión y causas del mismo

En el caso de utilizarla a nivel de finca no se requiere del uso de materiales y/o equipos sofisticado para realizar el levantamiento; todas las actividades a desarrollar no requieren más que cintas métricas, cuerdas, clavos, arandelas y similares

Las *limitantes* que presenta esta metodología son las siguientes:

Se requiere de información básica, como fotografías aéreas y algunos datos del área en que se realizará el levantamiento

Es indispensable contar con un estereoscopio de espejos y una brújula de mano

Al hacer uso de fotografías aéreas es importante que estas sean de la época seca, ya que ello facilitará la identificación de los efectos de la erosión

Es importante definir el sistema de muestreo a utilizar cuando el área de estudio es demasiado grande

Es indispensable que el personal involucrado en el levantamiento tenga disposición al trabajo, puesto que aunque no es una labor ardua, se requiere de constancia y precisión.

**8.2.4.4.4.- DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA A NIVEL DE FINCA**

El levantamiento de la erosión actual a nivel de una finca se inicia con la recopilación de la información existente sobre dicha área a levantar y después definir los criterios que serán utilizados en el mismo.

Para poder utilizar esta metodología a nivel de una finca es necesaria la utilización de varias herramientas que nos permitan realizar dicho trabajo.

Las etapas para realizar un levantamiento de erosión actual en una finca son las siguientes:

- . Fotointerpretación
- . Observaciones en el campo de las Huellas de Erosión
- . Medición de erosión laminar, en surcos y en cárcavas

**8.2.4.4.4.1.- FOTOINTERPRETACION**

En esta etapa de la metodología se necesita contar con fotografías aéreas a escala 1:10000 ó 1:20000 de la finca donde se realizará el levantamiento de erosión actual.

Hay que elaborar un mapa denominado Mapa Índice, en el que se indican las principales características, particularmente relacionadas a los parámetros de erosión; el cual nos servirá para poder orientarnos en el campo.

En el Mapa Índice es importante señalar los siguientes aspectos:

**. TIPO DE USO DE LA TIERRA**

La estimación del daño por erosión está relacionada con el tipo de uso de la tierra, por lo que este dato nos servirá para poder distinguir y realizar observaciones de los daños distribuidos en cada tipo de uso dado a la tierra en la finca.

**FORMAS DE EROSION APRECIABLES EN LA FOTOGRAFIA AEREA**

Los daños visibles de erosión laminar y en cárcavas apreciados en la fotografía aérea se deben simbolizar en el mapa índice. Por ejemplo las cárcavas se simbolizan siguiendo su contorno lo más claro que aparezcan en la fotografía aérea. La erosión laminar en la fotografía se observa con una tonalidad más clara que el resto de la superficie. En el caso de que los daños visibles de erosión en la fotografía no fuesen muy claros estos se pueden verificar en el campo.

**CAMINOS, VIAS DE ACCESO E INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN LA FINCA**

Estos sitios nos servirán como puntos de referencia; además pueden ser origen de procesos erosivos debido a la acumulación y dirección del escurrimiento por lo que es importante considerarlos.

**8.2.4.4.4.2.- OBSERVACIONES EN EL CAMPO (HUELLAS DE EROSION)**

En esta fase hay que realizar un recorrido de campo en la finca, para efectuar un reconocimiento del área según el Mapa Índice.

Es necesario recoger y mapear las huellas de erosión; dependiendo de la extensión a levantar es preciso realizar mediciones en el área total o efectuar un muestreo representativo de la finca.

Para localizar las huellas de erosión en el campo, hay que considerar la escala del mapa índice; por ejemplo si la escala es más pequeña que 1:10000 (1 centímetro en el mapa corresponde a 100 metros y más en el campo) lo que no permite un mapeo detallado de erosión en surcos.

La localización de los daños de erosión se indica con una simbología en el mapa.

Hay que tomar notas en el campo, para ello se recomienda utilizar formatos que faciliten su llenado y de esta manera poder tener toda la información que se requiera en lo que respecta a las huellas de erosión.

La información que se requiere levantar durante esta etapa del levantamiento es la siguiente:

- Formas de Erosión
- Características del suelo (rugosidad superficial, profundidad, textura)
- Pendiente
- Vegetación
- Manejo de la tierra
- Prácticas de Conservación de suelos y agua

#### **8.2.4.4.4.3.- MEDICIONES DE EROSION LAMINAR, EN SURCOS Y EN CARCAVAS**

Esta etapa del levantamiento de erosión actual es complementaria de las dos anteriores, la cual nos brindará información adicional sobre las pérdidas de suelo que ocurren en el sitio.

Para poder cuantificar la erosión laminar y en surcos se pueden utilizar métodos sencillos, como por ejemplo el de Clavos y Arandelas, los que se ubican en parcelas de cultivos, según la cobertura vegetal y la pendiente del terreno, como en diferentes tipos de suelo si lo hubiesen. Hay que tratar de tener una representatividad del área a levantar para poder efectuar dichas mediciones.

Es recomendable efectuar evaluaciones durante toda la época de lluvia, o al menos en una época de siembra (primera o postrera); con el objetivo de tener más precisión en el cálculo final; aunque las mediciones se deben hacer de forma sistemática, por ejemplo cada mes.

Para la medición de erosión en cárcavas se puede utilizar el método de transecto de cárcavas.

## 8.2.4.5.- OTRAS METODOLOGIAS

## 8.2.4.5.1.- USO DE CESIO-137 PARA EVALUAR LA EROSION DEL SUELO

## 8.2.4.5.1.1.- GENERALIDADES

El Cesio-137 es un isótopo radioactivo con una vida media de 30.2 años. Cuando alcanza la superficie terrestre el Cs-137 es rápido y firmemente adsorbido por el suelo y los sedimentos y su posterior traslocación por medios químicos es extremadamente limitada (Wise, 1980) por consiguiente *sitios estables y no erosionados acumulan Cs-137 en la parte superior del perfil (usualmente de 5 a 10 centímetros) los cuales son utilizados como sitios de referencia.* El Cs-137 se pierde solo por desintegración radioactiva.

El potencial que posee el Cs-137 para estudiar las tasas y patrones de erosión fue identificado en 1965 por Rogowski y Tamura y posteriormente por Ritchie y McHenry en Estados Unidos de Norteamérica.

Como resultado de más de 20 años de aplicación la técnica de Cs-137 ha sido aplicada en muchas áreas del mundo y se ha establecido como una herramienta importante para investigar la erosión del suelo.

*La ventaja que brinda el uso de la técnica del Cs-137 es que permite cuantificar la erosión laminar por el viento y el agua, la erosión en surcos por el agua y la deposición de sedimentos.*

Trabajos recientes han demostrado que esta técnica puede ser usada en una amplia variedad de condiciones, sin embargo la mayoría de las experiencias existentes corresponden a países de clima templado y todavía hay muy poca información sobre su uso en países tropicales; particularmente en Latinoamérica se han iniciado algunos proyectos para el uso de la misma en Venezuela, Brasil y México.

Los suelos erosionados pierden el Cs-137 adsorbido en cantidades proporcionales a la severidad de la erosión (Ritchie et al., 1974).

El grado de pérdida de Cs-137 puede ser estimado comparándolo con el sitio de referencia del mismo tipo de suelo (Campbell et al., 1988; Kiss et al., 1986) y/o estimado de acuerdo a la cantidad de Cs-137 precipitado al suelo (De Jong et al., 1982; McCallan et al., 1980).

El uso de Cs-137 para evaluar la erosión del suelo depende de la adsorción de este isótopo por parte de las partículas de suelo y el movimiento del Cs-137 de sitios de erosión a sitios de deposición (Loughran et al., 1988).

Para ello se requiere de la presencia de un sitio o área estable a una distancia no mayor de 5 kilómetros del área de estudio.

El porcentaje de pérdida o ganancia de Cs-137 se compara con el valor del sitio de referencia, el cual puede ser usado como un indicador cuantitativo de las pérdidas o ganancias netas de suelo, respectivamente, asumiendo que el isótopo ha sido distribuido uniformemente a través del área de estudio.

Como el Cs-137 brinda información sobre erosión y deposición, los valores de Cs-137 por debajo del valor de referencia se pueden considerar como pérdidas netas de suelo (Martz y De Jong, 1987).

Para poder cuantificar las tasas y patrones de erosión se necesita visitar el lugar objeto del estudio y cuadricular el terreno para proceder a realizar el muestreo de suelos, separando las fracciones mayores y menores de 2 milímetros.

Luego las muestras se colocan en un beaker Marinelli en un detector de germanio y se determina el conteo relativo del Cs-137 en (662 Kev) presente en ellas.



La actividad total por unidad de área en cada sitio se puede determinar utilizando la siguiente fórmula:

$$A = c \cdot m \cdot a^{-1}$$

donde:

A : Actividad total por unidad de área (mBq cm<sup>-2</sup>)

c : Concentración de Cs-137 (mBq g<sup>-1</sup>)

m : Masa de la muestra seca < 2 mm (gr)

a : Area del dispositivo de muestreo (cm<sup>-2</sup>)

Walling y Quine, 1990 desarrollaron una *ecuación mediante la cual se puede determinar la pérdida neta de suelo*, la cual se presenta a continuación:

$$Y = 10 (DBX/100) T$$

donde:

Y : Pérdida media anual de suelo (ton/ha/año)

D : Profundidad de la capa arable (metros)

B : Densidad aparente del suelo (kg. m<sup>-3</sup>)

X : Porcentaje de reducción en contenido total de Cs-137

T : Período de acumulación de Cs-137

El Hierro-59 es otro *isótopo* que ha sido utilizado para evaluar el movimiento del suelo (Wooldrige, 1965), pero presenta la limitante que tiene una vida medio (45 días) más corta que la del Cesio-137, desintegrándose al isótopo estable Co-59.

Como podemos analizar la técnica del Cesio-137, constituye una herramienta sobre la cual existe poca experiencia en los trópicos pero representa un importante potencial sobre todo porque permite medir la redistribución de suelo (erosión y deposición) en áreas que con otros métodos no sería posible hacerlos (Cuencas o Microcuencas).

El uso de esta metodología utilizada conjuntamente con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) podrían ser de mucha utilidad para conocer los procesos de redistribución (erosión, sedimentación) y pérdida de suelos en nuestras condiciones; por lo tanto es importante realizar investigaciones preliminares para conocer la factibilidad de su uso en nuestras latitudes.

#### **8.2.4.5.2.- USO DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG) PARA REALIZAR ESTUDIOS DE DEGRADACION DE SUELOS**

##### **8.2.4.5.2.1.- GENERALIDADES**

En el pasado, las estimaciones de la erosión del suelo se predecían utilizando ecuaciones obtenidas empíricamente, como la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE) (Wischmeier y Smith, 1978).

Recientemente los modelos de erosión de suelos y movimiento químico han sido basados en los procesos más importantes de erosión de suelos y movimiento de agua tales como el desprendimiento y transporte de partículas causado por la lluvia y el escurrimiento (Beasley, 1977). Mediante este tipo de modelo se trata de describir las razones del comportamiento observable del fenómeno en mayor detalle y lograr de este modo una mejor comprensión de los factores que influyen en la erosión del suelo y el movimiento químico.

Los modelos desarrollados hasta la fecha han proporcionado una percepción significativa de los procesos de la erosión del suelo; sin embargo, tienen una serie de limitaciones que restringen su utilización.

Entre los factores que han limitado la adopción de modelos de simulación como herramientas de manejo podemos mencionar los siguientes:

- . Necesidad de ingresar una gran cantidad de datos y parámetros que son difíciles de medir o estimar
- . Imprecisión en el ingreso de los datos (Austin, 1986; Bingner, 1990; Dingels, 1986)
- . Falta de ayuda de los modelos para analizar los resultados simulados

Los programas complejos que se usan para estudiar la predicción de la erosión pueden proporcionar una cantidad abrumadora de datos para ser analizados aún en una microcuenca

El análisis completo de la simulación resultante puede requerir mucho tiempo en el caso de una cuenca no homogénea, con una pluviosidad no uniforme

Los investigadores han demostrado con éxito que la integración de los modelos de simulación con bases de datos espaciales y codificación para minimizar el insumo requerido del usuario es factible para generar archivos de datos de ingreso para los modelos de simulación (Arnold y Sammnos, 1989; Heatwole, 1990, Shanholtz y Zhang, 1989).

El uso de gráficos para visualizar la variación espacial y temporal de los datos, tales como los de escurrimiento y cantidad de sedimento en la salida de una cuenca, acrecentarán en gran medida la capacidad de los conservacionistas para realizar análisis adicionales y luego tomar decisiones apropiadas (Binger, 1989; Shoup y Becker, 1985; Barringer et al., 1987).

Las herramientas mejoradas permiten a los ingenieros, administradores y planificadores evaluar el uso y manejo de la tierra, analizar los escenarios de la erosión y desarrollar planes de conservación de acuerdo con las necesidades.

Los *Sistemas de Información Geográfica (SIG)* y los modelos detallados de predicción de erosión y de movimiento químico basados en procesos, constituyen herramientas que pueden ayudar en los procesos de toma de decisiones en el campo de la planificación ambiental y de los recursos naturales.

Un *SIG* no es simplemente un sistema de computación que se utiliza para elaborar mapas, aunque puede crearlos a diferentes escalas, en diferentes proyecciones y con diferentes colores; es una herramienta de análisis que le permite al usuario identificar las relaciones espaciales entre las características de los mapas, que le brinda la ventaja de ahorro de tiempo, costo y mano de obra en la realización de un estudio.

**8.2.4.5.2.2.- DEFINICION**

A continuación se presentan algunas definiciones del término *Sistema de Información Geográfica (SIG)*:

Conjunto de herramientas para recoger, almacenar, buscar, transformar y desplegar datos espaciales del mundo real para determinados objetivos (Burrough, 1986, Citado por Zelaya, 1995)

Sistema informatizado que ofrece cuatro tipos de posibilidades para manejar datos georeferenciados (entrada de datos, manejo de datos: almacenamiento y búsqueda, manipulación y análisis, salida de datos) (Aronoff, 1989, Citado por Zelaya, 1995)

Sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados con coordenadas espaciales o geográficas

Sistema de base de datos con capacidades específicas para datos espacialmente referidos, como una serie de operaciones para trabajar con los datos

Herramienta para recolectar, exhibir, manejar, analizar y producir datos espacialmente referenciados

Cadena de operaciones que nos lleva desde la planificación de la observación y recolección de los datos hasta su almacenamiento y análisis, y luego a la utilización de la información obtenida en algún proceso de toma de decisiones

**8.2.4.5.2.3.- USOS**

Los SIG se utilizan en una amplia variedad de situaciones; entre las cuales podemos enumerar las siguientes:

Realización de estudios de los habitats de la vida silvestre (Tomlin et al., 1983; Davis y DeLain, 1986)

Realización de estudios de la contaminación de fuentes no puntuales (Gilliland y Baxter Potter, 1987)

Estudios relacionados con el cambio de uso de la tierra (Ross, 1985)

- . Los programas complejos que se usan para estudiar la predicción de la erosión pueden proporcionar una cantidad abrumadora de datos para ser analizados aún en una microcuenca
- . El análisis completo de la simulación resultante puede requerir mucho tiempo en el caso de una cuenca no homogénea, con una pluviosidad no uniforme

Los investigadores han demostrado con éxito que la integración de los modelos de simulación con bases de datos espaciales y codificación para minimizar el insumo requerido del usuario es factible para generar archivos de datos de ingreso para los modelos de simulación (Arnold y Sammos, 1989; Heatwole, 1990, Shanholtz y Zhang, 1989).

El uso de gráficos para visualizar la variación espacial y temporal de los datos, tales como los de escurrimiento y cantidad de sedimento en la salida de una cuenca, acrecentarán en gran medida la capacidad de los conservacionistas para realizar análisis adicionales y luego tomar decisiones apropiadas (Binger, 1989; Shoup y Becker, 1985; Barringer et al., 1987).

Las herramientas mejoradas permiten a los ingenieros, administradores y planificadores evaluar el uso y manejo de la tierra, analizar los escenarios de la erosión y desarrollar planes de conservación de acuerdo con las necesidades.

*Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los modelos detallados de predicción de erosión y de movimiento químico basados en procesos, constituyen herramientas que pueden ayudar en los procesos de toma de decisiones en el campo de la planificación ambiental y de los recursos naturales.*

*Un SIG no es simplemente un sistema de computación que se utiliza para elaborar mapas, aunque puede crearlos a diferentes escalas, en diferentes proyecciones y con diferentes colores; es una herramienta de análisis que le permite al usuario identificar las relaciones espaciales entre las características de los mapas, que le brinda la ventaja de ahorro de tiempo, costo y mano de obra en la realización de un estudio.*

**8.2.4.5.2.2.- DEFINICION**

A continuación se presentan algunas definiciones del término *Sistema de Información Geográfica (SIG)*:

- . Conjunto de herramientas para recoger, almacenar, buscar, transformar y desplegar datos espaciales del mundo real para determinados objetivos (Burrough, 1986, Citado por Zelaya, 1995)
- . Sistema informatizado que ofrece cuatro tipos de posibilidades para manejar datos georeferenciados (entrada de datos, manejo de datos: almacenamiento y búsqueda, manipulación y análisis, salida de datos) (Aronoff, 1989, Citado por Zelaya, 1995)
- . Sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados con coordenadas espaciales o geográficas
- . Sistema de base de datos con capacidades específicas para datos espacialmente referidos, como una serie de operaciones para trabajar con los datos
- . Herramienta para recolectar, exhibir, manejar, analizar y producir datos espacialmente referenciados
- . Cadena de operaciones que nos lleva desde la planificación de la observación y recolección de los datos hasta su almacenamiento y análisis, y luego a la utilización de la información obtenida en algún proceso de toma de decisiones

**8.2.4.5.2.3.- USOS**

Los SIG se utilizan en una amplia variedad de situaciones; entre las cuales podemos enumerar las siguientes:

- . Realización de estudios de los habitats de la vida silvestre (Tomlin et al., 1983; Davis y DeLain, 1986)
- . Realización de estudios de la contaminación de fuentes no puntuales (Gilliland y Baxter Potter, 1987)
- . Estudios relacionados con el cambio de uso de la tierra (Ross, 1985)

- . Estudio de manejo de plagas forestales (Jordan y Vietinghoff, 1987)
- . Estudios de la erosión del suelo (Oslin et al., 1988), análisis de aptitud de uso del suelo (Berry y Berry, 1988) y en modelación hidrológica. (DeCoursey, 1988)

En síntesis podemos decir que los SIG pueden y han sido utilizados para orientar en la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales y entre algunas de las aplicaciones comunes que tienen figuran:

- . Manejo y Planificación del Uso de la Tierra
- . Exploración minera
- . Estudios de Impacto Ambiental
- . Manejo de los Recursos Hídricos
- . Cartografía de riesgos naturales
- . Manejo Forestal y Vida Silvestre
- . Estudios de la Degradación del Suelo
- . Control de desertificación

Con la información obtenida de modelos y simulaciones de grandes áreas hechas a partir de pruebas realizadas en el terreno (por ejemplo parcelas de escurrimiento, clavos y arandelas etc.) u obtenidas de manera indirecta por la recopilación de datos existentes en sitios localizados espacialmente (por ejemplo datos climáticos, muestreo de suelos para analizar el Cesio-137), la combinación de imágenes de satélites para determinar la cobertura del suelo y la información topográfica; es posible elaborar Mapas de Erosión Potencial, ubicar áreas críticas así como zonas de sedimentación o ganancia, calcular las áreas y los volúmenes de pérdida o ganancia, evaluar la eficiencia de prácticas de control de erosión a través del tiempo, calcular los índices locales para la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, realizar simulaciones con diferentes coberturas del suelo o uso de la tierra, prácticas de manejo y lluvias de distintas intensidades; son algunos ejemplos prácticos que se encuentran referenciados en la literatura cuando se utilizan Sistemas de Información Geográfica.

**8.2.4.5.3.- RENDIMIENTOS HISTORICOS****8.2.4.5.3.1.- GENERALIDADES**

Para poder cuantificar de forma precisa las pérdidas de suelo que causa la erosión hídrica, se requiere de la utilización de métodos directos de cuantificación en el campo como por ejemplo parcelas de escurrimiento o la aplicación de fórmulas matemáticas, como la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE).

En un país subdesarrollado como el nuestro, el uso de estas fórmulas es casi imposible, ya que carecemos de la información necesaria que se requiere para poderlas aplicar correctamente.

Sería inconcebible querer aplicar la USLE en las condiciones de una región en Nicaragua en donde se tendría que hacer uso de valores de factores obtenidos en países desarrollados o del tercer mundo que presentan diferentes condiciones agroecológicas a las nuestras.

Uno método sencillo que se puede utilizar cuando no se dispone de información necesaria para aplicar otros métodos y tampoco hacer investigación científica; lo constituye la Metodología de los Rendimientos Históricos.

Al utilizar esta metodología es importante contar con la participación del agricultor, ya que la misma es fundamental en la ejecución de las actividades de campo como en la apreciación de la erosión del suelo.

**8.2.4.5.3.2.- USOS**

La metodología de los rendimientos históricos se utiliza para hacer apreciaciones sobre el estado de degradación de los suelos al comparar la evolución de los rendimientos en sistemas de cultivo con los años de cultivo o de explotación de la tierra; para ello se establece una correlación entre estos dos parámetros y se determina la influencia que tiene el factor suelo en los mismos.



Al utilizar esta metodología podemos obtener la siguiente información:

- . Conocer la efectividad que tienen las técnicas utilizadas sobre el control de la erosión en un sistema de producción
- . Valorar el proceso de erosión en terrenos cultivados sin técnicas de conservación de suelos

#### 8.2.4.5.3.3.- OBJETIVOS

Con la implementación de este tipo de metodología se logran los siguientes *beneficios*:

- . Determinar la evolución de los rendimientos de un cultivo o sistema de cultivo a través del tiempo (años de cultivo)
- . Tener una idea de la magnitud de la degradación de los suelos ocasionada por la erosión hídrica
- . Valorar la importancia que tiene la aplicación de prácticas de conservación de suelos y agua

#### 8.2.4.5.3.4.- VENTAJAS Y LIMITACIONES

Entre las *ventajas* que presenta la utilización de este método podemos citar las siguientes:

- . Bajo costo
- . Fácil aplicación
- . Obtención de información de varios sitios en donde no se cuenta con especialistas que manejen métodos sofisticados para cuantificar pérdidas de suelo
- . Obtención de apreciaciones directas sobre el proceso de degradación de los suelos debido a la participación del agricultor
- . Permite obtener información real de los costos de producción y del valor de la cosecha, lo que se utiliza para realizar un análisis económico

Las *limitantes* que presente este método son las siguientes:

Se requieren de muchos años para poder recolectar la información en un mismo sitio

Es necesario un periodo de tiempo de 8 a 10 años para verificar la consistencia de los datos colectados y obtener resultados factibles

El tamaño de la muestra a utilizar debe ser grande

Es necesario disponer de un sitio en donde se siembre cada año; esto esta en contra de la costumbre que hace el pequeño productor de rotar sus áreas de cultivo para poder mantener la producción de sus alimentos

#### 8.2.4.5.3.5.- DESCRIPCION

A continuación se presenta una breve descripción tal vez no detallada del procedimiento que se debe seguir para utilizar esta metodología:

##### 8.2.4.5.3.5.1.- DEFINICION DE LOS OBJETIVOS

Para realizar este tipo de investigación es necesario conocer el efecto que tienen las pérdidas de suelo sobre el rendimiento de un sistema de cultivos, para poder proceder a la planificación de las actividades que se tendrán que ejecutar.

##### 8.2.4.5.3.5.2.- UBICACION DEL LUGAR

Los sitios seleccionados para aplicar esta metodología deben guardar cierta similitud en lo que se refiere a tipo de suelo, topografía, antecedentes culturales, proceso de intervención de los bosques y condiciones de lluvia.

##### 8.2.4.5.3.5.3.- SELECCION DE LOS AGRICULTORES

Los agricultores que se seleccionen para realizar esta investigación tienen que ser aquellos que presenten una estabilidad comprobada en su comarca, con antecedentes de ser buenos colaboradores en actividades de experimentación y transferencia de tecnología y contar con habilidades para realizar la toma de datos en el campo.

**8.2.4.5.3.5.4.- APLICACION DE LA TECNOLOGIA**

Para poder conducir un proceso de medición de rendimientos históricos en un determinado número de sitios de cultivo, es preciso que los agricultores apliquen la misma técnica de cultivo, la misma variedad, los mismos métodos de fertilización, de control de plagas y enfermedades, las mismas densidades y fechas de siembra y las demás prácticas culturales deberán ser similares para todos.

**8.2.4.5.3.5.5.- TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Es difícil determinar cual deberá ser el número de agricultores que serán entrevistados en un sitio determinado. Esta es una determinación que debe tomarse en conjunto con los líderes de las comarcas, en base a los criterios antes mencionados.

Para realizar este tipo de investigación se requiere de una muestra lo suficientemente grande para disminuir los riesgos que con frecuencia se cometen en la obtención de la información.

**8.2.4.5.3.5.6.- RECOLECCION DE LA INFORMACION**

Esta actividad la realiza el técnico junto con el agricultor, para ello este último deberá recibir un entrenamiento.

Es indispensable que el área donde se tomen los datos de rendimiento sea permanente, para ello se debe marcar dicha área para no perder la señal en el transcurso del tiempo.

**8.2.4.5.3.6.- APLICACION EN NICARAGUA**

En Nicaragua en 1992, se aplicó un método que se basó en el mismo principio de rendimientos históricos, con la variante de que no se procedió a tomar directamente los datos de rendimiento como lo establece la metodología.

En esta investigación no se encontró información sistematizada en las entidades, por lo que se procedió a realizar una encuesta a agricultores que trabajan con conservación de suelos y agricultores que no aplicaban conservación a sus parcelas.

De esta forma se hizo una reconstrucción de los resultados de rendimiento de maíz y frijol en monocultivo, obtenido por los agricultores en los últimos 10 años.

Se realizó un análisis de tendencia que permitió tener una visión de la evolución de los rendimientos con los años de cultivo. La opinión de los agricultores fue muy valiosa, ya que ellos asociaron la disminución de rendimientos con el empobrecimiento de los suelos.

#### 8.2.4.5.4.- ENTREVISTAS CON AGRICULTORES

##### 8.2.4.5.4.1.- GENERALIDADES

La investigación sobre procesos erosivos y el desarrollo de prácticas de conservación de suelos y agua son áreas que recientemente han adquirido importancia, por lo tanto se deben aprovechar los avances metodológicos alcanzados en el área de la investigación agrícola para lograr integrar métodos técnicos y sociales a este campo.

Las Entrevistas con Agricultores ya sea de manera formal o informal sobre determinados aspectos de la erosión no constituyen un método de medición directa de la misma.

Con la utilización de este método se pretende obtener datos relativos a la manera de como los productores perciben e interpretan los procesos erosivos; por lo tanto es un método complementario a los antes expuestos que añade una dimensión social al estudio de la erosión de los suelos.

El conocimiento de la apreciación de la erosión por parte de los productores ayudará a entender mejor el entorno del fenómeno de la erosión.

La información recolectada mediante la aplicación de este método es de suma importancia, ya que por un lado algunas acciones de los agricultores ocasionan fenómenos erosivos y ellos mismos son los que tienen que afrontar las consecuencias y por el otro extremo, algunos productores implementan medidas de conservación de suelos.

## 8.2.4.5.4.2.- VENTAJAS Y LIMITACIONES

Las *ventajas* que se obtienen al utilizar este método son las siguientes:

- . Obtención de datos preliminares, como por ejemplo en el marco de un diagnóstico inicial sobre la problemática de la erosión en una zona determinada
- . Obtención de información complementaria sobre la erosión en una zona, en la cual no se pueden aplicar fácilmente métodos de medición directa, como lo es el caso de procesos erosivos en el pasado
- . Obtención de información sobre la percepción e interpretación de los procesos erosivos por parte de los agricultores, incluyendo datos sobre la presencia o ausencia de prácticas locales (autóctonas) de conservación de suelos y agua

Las *limitantes* que presenta este método son las siguientes:

- . No permite una medición directa de los fenómenos erosivos
- . Se requiere de cierta experiencia para poder realizar las entrevistas y poder aplicar el método exitosamente
- . En el caso de utilizar entrevistas formales (cuestionarios), se demora el análisis y presentación de los datos
- . Introducción de un sesgo en la formulación de la pregunta o en la manera de interpretar la respuesta en la entrevista

## 8.2.4.5.4.3.- RECOMENDACIONES DE USO

La *entrevista* que se puede realizar a un agricultor puede ser informal, es decir sin la aplicación de un cuestionario o formal.

En el caso de realizar una *entrevista informal* se debe recurrir a una *guía de preguntas* como las que se recomiendan utilizar con las diferentes técnicas de sondeo.

A veces es recomendable realizar entrevistas profundas con muchos agricultores, las cuales no se basan en una guía, más que todo constituyen una fase inicial de un diagnóstico.

Hay que planificar la ejecución de la entrevistas (formales e informales) de acuerdo a los objetivos; para lo cual hay que determinar el número de entrevistas a realizar, el método de análisis a aplicarse a los datos etc.

Es preferible entrevistar al productor en el campo donde se puedan encontrar fenómenos erosivos, esto permitirá compartir la situación de referencia con el agricultor y según la necesidad tomar algunos datos adicionales, como por ejemplo profundidad de un surco de erosión, densidad poblacional de un cultivo, grado de pendiente, etc.

Existen dos situaciones en las cuales se puede hacer uso de la entrevista con agricultores, estas son:

#### 8.2.4.5.4.3.1.- SONDEO INICIAL

En este caso nos interesa conocer algo sobre la experiencia del agricultor acerca de la erosión y sobre su actitud hacia ella.

En esta situación la entrevista normalmente es informal y se recomienda que gire en torno a los siguientes temas.

Percepción de los procesos erosivos actuales por el agricultor

En este caso interesa conocer hasta que grado el agricultor esta observando fenómenos de erosión en su parcela, que formas de erosión el distingue y cuales son según él las causas de la misma.

En este aspecto el entrevistador debe evitar a toda costa utilizar la palabra "erosión". El conocimiento de la manera de como se expresa el agricultor ayudará a identificar otros términos comúnmente utilizados por ellos para referirse a la erosión. Si no hubiese un término local se puede visitar un lugar con el productor en donde se observen procesos erosivos para poder entender la forma con la cual el se refiere a ellos.

*Apreciación de la evolución de los fenómenos erosivos en las últimas décadas/los últimos años por el agricultor*

En este aspecto interesa conocer cual ha sido la magnitud del problema antes y actualmente en la parcela del agricultor, si hubieron cambios saber cuales han sido las causas de los mismos y la extrapolación que el agricultor tenga hacia el futuro.

*Actitud hacia la erosión*

Es importante saber que implicaciones tiene la erosión a corto y a largo plazo para el agricultor, si este ha implementado medidas para reducir los efectos de la erosión, que tipo de medidas ha implementado, si hay medidas locales o autóctonas y que espera el productor de otros actores como por ejemplo entidades de apoyo a la agricultura.

#### 8.2.4.5.4.3.2.- *TRABAJO DE MEDICION DE EROSION O DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA BAJO EJECUCION*

En el caso de que ya se estén realizando trabajos de medición de la erosión en un área determinada (aplicándose métodos de medición directa o de conservación de suelos y agua); la entrevista con agricultores es una herramienta muy útil.

Bajo esta circunstancia se debe diseñar una guía de preguntas o cuestionarios para cubrir ciertos temas con los productores que surjan durante la ejecución de tales trabajos.

Por ejemplo si se tiene una parcela de escorrentia con varios tratamientos, implementándose en cada tratamiento una forma diferente de uso del suelo según cultivo o manejo, es de suma importancia conocer la opinión que tienen los agricultores sobre cada uno de estos tratamientos y sus efectos a nivel de suelo y producción.

Si en el área de estudio se cuenta con un Programa de Conservación de Suelos y Agua, el cual esta promoviendo diferentes prácticas de conservación de suelos o manejo de fertilidad, es necesario conocer la apreciación que los productores tienen sobre el particular.

Cuando se realizan este tipo de entrevistas, estas reciben el nombre de "Evaluación Participativa".

Actualmente la aplicación del método de entrevista con productores específicamente en el área de la erosión, con el objetivo de obtener información inicial que nos pueda orientar a la realización de trabajos futuros o para evaluar prácticas que estén bajo prueba o validación, es un actividad muy reducida en nuestro país y en Centroamérica.

**CAPITULO IX**

**METODOS PARA ESTIMAR LA**

**EROSION DE SUELOS**



## 9.1.- INTRODUCCION

Durante muchos años, los *especialistas en conservación de suelos* han tratado de calcular las pérdidas de suelo a partir de campos o pendientes individuales, para determinar las prácticas de uso de la tierra que aseguren una productividad a largo plazo para el suelo.

El interés y la preocupación reciente sobre el medio ambiente exigen que se lleven a cabo predicciones de pérdida de suelo y producción de sedimento para evaluar el grado de las fuentes de contaminación no puntuales.

Las estrategias de conservación de suelos deben basarse en un conocimiento de las pérdidas potenciales de suelo, cuya importancia será la que justificará las inversiones a realizar y las restricciones que deba autoimponerse el agricultor para lograr los objetivos que se propone alcanzar; las cuales son una *Agricultura Sostenible*, que no degrade el recurso suelo, ni produzca impactos desfavorables sobre el medio ambiente.

Para resolver un gran número de problemas de cultivos, suelos y manejo de cuencas es necesario hacer estimaciones de la erosión en campos de cultivo o en cuencas.

Para responder a esta necesidad, se han desarrollado numerosos modelos para predecir la erosión. Algunos de estos modelos son simples ecuaciones que calculan el promedio anual de erosión en la desembocadura de una cuenca. Otros son modelos complejos que simulan la erosión diaria en lugar de la anual, y pueden aplicarse continuamente para calcular la erosión promedio a largo plazo y las probabilidades de sus distribuciones.

La mayoría de los modelos utilizados en erosión de suelos son de tipo paramétrico, basados en la identificación de relaciones estadísticamente significativas, entre variables a las que se atribuye importancia en el proceso erosivo y de las que se posee información.

Las técnicas de predicción de pérdidas de suelos se han desarrollado a lo largo de muchos años como resultado de la creciente comprensión del proceso de erosión; para ello fue necesario la realización de muchas investigaciones sobre la erosión.

Los primeros cálculos realizados sobre el proceso de erosión de suelos eran sobre todo de naturaleza cualitativa e ilustraban que algunas prácticas de cultivo diferían en cuanto a su capacidad para controlar la erosión de los suelos.

*Inicialmente se desarrollaron ecuaciones para describir las pérdidas de suelos mediante una variable independiente única. Estas ecuaciones de factor único eran para situaciones locales, donde otros factores contribuyentes al proceso de erosión eran casi constantes.*

A medida que se dispuso de más datos y los investigadores fueron capaces de describir los factores que contribuyen al proceso erosivo, se *formularon ecuaciones de factores múltiples.*

El análisis de estos datos condujo a la formulación de la ecuación de mayor uso en la actualidad sobre la predicción de pérdidas de suelos; esta ecuación es conocida con el nombre de "*Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos*" (EUPS), en inglés "*Universal Soil Loss Equation*" (USLE).

## **9.2.- ECUACION UNIVERSAL DE PERDIDAS DE SUELO**

### **9.2.1.- GENERALIDADES**

La Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo fue desarrollada en el Centro Nacional de Escurrimiento y Pérdidas de Suelo, establecido en 1954 por el Servicio de Investigaciones Agrícolas (ARS), por el Dr. W H. Wischmeier, D. D. Smith y colaboradores junto con el U.S. Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service (ARS), Soil Conservation Service (SCS) y la Universidad de Purdue en los Estados Unidos de Norteamérica en 1958.

Esta ecuación fue dada a conocer a la comunidad científica en el Congreso de la ISSS celebrado en Madison en 1960, fue publicada en 1965 en la Manual de Agricultura No. 282 de los Estados Unidos; el cual ha servido como el principal manual de referencia hasta que fue revisada en 1978.

La EUPS (Wischmeier y Smith, 1960, 1965) es el método más utilizado desde fines de los años sesenta, para predecir pérdidas de suelo por parte de los conservacionistas en los Estados Unidos y también esta adaptada para ser utilizada en otros países.

Esta ecuación se invento principalmente para proporcionar un instrumento de planificación para los técnicos en conservación, por lo que la facilidad de su aplicación fue la consideración más importante en su formulación.

La EUPS se diseñó en principio como un auxiliar útil para la planificación de la conservación, también puede ser un útil instrumento de investigación, siempre que el investigador sea más preciso en evaluar los factores de la ecuación que para la planificación de la conservación. Asimismo los datos obtenidos de pérdidas de suelo mediante el uso de esta ecuación pueden servir para ser correlacionados con otros parámetros.

El uso de este modelo se ha generalizado por la necesidad sentida en muchos países por cuantificar la erosión y por la aparente facilidad de su aplicación. Sin embargo, hay que tener en cuenta las restricciones que este modelo presenta, para evitar errores en los datos obtenidos.

La ecuación se desarrolló para calcular la pérdida promedio anual de suelo a largo plazo, es sustancialmente más aproximada cuando predice pérdidas de suelo para un largo período de tiempo, por lo que su aplicación a determinado año o lluvia tal vez no sea adecuada.

La denominación "Universal" dada a la ecuación se debe a que estaba exenta de algunas de las generalizaciones y restricciones geográficas y climáticas que se plasmaron en los primeros modelos.

Se ha criticado de no ser universal porque los valores de los parámetros que se toman en cuenta en la evaluación de esta ecuación, se presentaron condicionados a las dos terceras partes orientales de los Estados Unidos. Pero a medida que se fueron acumulando datos provenientes de las investigaciones, los parámetros se han identificado para ser utilizados en más regiones de este país, inclusive en las de otros continentes.

La aceptación general de la EUPS tanto por parte de los técnicos como por parte de los científicos ha demostrado el grado en que esta técnica ha tenido éxito como un útil instrumento de campo y para obtener estimaciones relativamente exactas sobre pérdidas de suelo.

*La aplicación de esta ecuación a condiciones en las cuales los valores de los factores todavía no están determinados es muy peligroso. Aunque son expeditas y a menudo necesarias para fines de planificación de la conservación, toda extrapolación es siempre peligrosa.*

Los problemas en la aplicación de esta ecuación se derivan de diversos aspectos, por un lado se hallan los inherentes a la concepción del modelo, lo que ha llevado al desarrollo de otros modelos en los que se está trabajando actualmente. Por otro lado, su aplicación presenta dificultades por la falta de datos precisos de cada uno de los factores que la integran. En algunos casos se adoptan valores con criterios subjetivos, más que con una base real. Para dar solidez a los resultados y dada la casuística de los procesos erosivos es necesario realizar investigaciones locales.

Este modelo inicialmente muy sencillo, ha sido objeto de diversas revisiones; entre las que cabe mencionar la modificación de Berndt (1972) y Williams (1975), conocida con el nombre de MUSLE (Modified USLE), la cual va encaminada a poder estimar la producción de sedimentos debida a un acontecimiento individual de escorrentía desde una divisoria de agua. Las distintas modificaciones hechas a la misma hacen perder la simplicidad que el modelo inicial tiene, lo cual constituía una de sus principales ventajas.

En los años 90 se ha empezado a trabajar en la elaboración de otros modelos (Lane y cols., 1988, Morgan 1992).

Las investigaciones en este fin de siglo van encaminadas a la predicción de la pérdida de suelo a partir de bases físicas, tomando en consideración la ley de conservación de la masa y la energía, frente a los modelos de base empírica.

## 9.2.2.- DEFINICION

A continuación se presentan algunas definiciones acerca de la *Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos*:

- Modelo matemático que ayuda a predecir las pérdidas de suelo en los diferentes usos de la tierra, tales como: terrenos agrícolas, forestales, pastizales, zonas urbanas, etc., a los que se les proporcionan prácticas específicas de manejo asociadas a las diferentes clases de suelo, régimen de lluvia y topografía
- Modelo de erosión que predice en un tiempo determinado la pérdida promedio de suelo en función del escurrimiento superficial que se genera en el área bajo estudio, para cultivos específicos y sistemas de manejo de suelo, en sistemas de cultivos múltiples o para un cultivo anual bajo sistemas de rotación o bien para una etapa del ciclo vegetativo de un cultivo
- Modelo paramétrico que mide la "Erosión Potencial" (estimación de la erosión bajo condiciones hipotéticas de manejo y uso de las tierras) anual media de suelo debido a erosión laminar y en surcos en parcelas agrícolas; pero no considera la erosión por cárcavas
- Modelo estadístico que consiste en la regresión múltiple de los cinco factores más importantes que intervienen en el proceso erosivo, clima, suelo, pendiente, uso del suelo y las prácticas de conservación; estos factores representan las variables independientes de la regresión, la multiplicación lineal de estos arroja una tasa de pérdida de suelo anual en un área determinada, generalmente se expresa en toneladas por hectárea la cual constituye la variable dependiente de la regresión
- Método que utiliza seis factores: erosividad de la lluvia (R), susceptibilidad de erosión del suelo (K), largo de la pendiente (L), magnitud de la pendiente (S), cubierta y manejo de cultivos y residuos (C) y prácticas de conservación (P), para estimar la pérdida de suelos promedio (A) por un período de tiempo generalmente de un año

## 9.2.3.- OBJETIVOS Y LIMITACIONES

La *Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo* fue desarrollada para:

- . Predecir la pérdida anual de suelo de una pendiente en un campo con condiciones específicas para uso de la tierra
- . Servir de guía en la selección de sistemas de cultivo y manejo de suelos, prácticas de conservación para suelos y pendientes específicos
- . Predecir cambios en el suelo a partir de los efectuados en el cultivo o de las prácticas de conservación en un campo específico
- . Determinar cómo pueden aplicarse o alterarse las prácticas de conservación para permitir un cultivo más intensivo
- . Estimar pérdidas de suelo en áreas con un uso de suelo distinto del agrícola
- . Obtener estimaciones de pérdida de suelo para que los conservacionistas determinen las necesidades de conservación
- . Sirve para estimar la pérdida de suelo real para un suelo específico y para evaluar cómo los cambios en las prácticas pueden aplicarse para reducir la pérdida de suelo por debajo del nivel de tolerancia

De acuerdo a Wischmeier (1976), *esta ecuación puede aplicarse con criterios específicos y no en forma rutinaria*; a continuación se presentan algunos *planteamientos* hecho por el al respecto:

- . La ecuación permite tomar decisiones en relación con planes de conservación en sitios específicos, si se dispone de suficientes criterios al respecto; por 20 años esta ecuación ha sido probada en condiciones bajo las cuales se diseño

La ecuación se diseñó para predecir pérdidas de suelo asociadas con erosión laminar y en surcos; no corresponde a producción de sedimentos de un campo, ya que representa pérdida de suelo asociada a segmentos de pendiente y factores topográficos, algunos de los cuales no se eliminan de un campo específico (depositación en depresiones dentro del campo, al pie de pendientes, canales de terrazas, etc)

Los valores obtenidos con la ecuación corresponden a las mejores estimaciones posibles, no son valores absolutos. Cuando los factores se evalúan mediante tablas y gráficos, la ecuación predice la pérdida anual promedio en un ciclo de precipitación de 22 años

La ecuación predice pérdida promedio anual de suelo en un campo específico y bajo condiciones y prácticas dadas de manejo

La ecuación puede utilizarse como una guía en la selección de prácticas de conservación para sitios específicos

La ecuación permite estimar la reducción de pérdidas de suelo mediante prácticas conservacionistas; así mismo permite predecir las máximas longitudes de pendiente para poder utilizar un campo con prácticas conservacionistas

La ecuación permite estimar las pérdidas de suelo en otros sitios, aparte de los utilizados en agricultura, tales como tierras forestales, zonas de reservas, parques nacionales, áreas recreacionales, etc. Debido a que en estas zonas se han realizado menor número de mediciones, los valores resultantes son menos precisos

Entre los *principales aspectos referidos a interpretaciones no confiables, o al menos solo apreciativas, o al uso definitivamente equivocado de la ecuación* podemos mencionar los siguientes (Wischmeier, 1976).

Utilizarla en el cálculo de sedimentos en cuencas sin previamente subdividirla en áreas menores; representativas y con información adecuada

La utilización de datos promedios de LSK y C, en cuencas complejas, produce inexactitudes en los valores de sedimentos para la cuenca.

La utilización de ecuaciones que evalúen la depositación de sedimentos en la cuenca, en unión con la estimación de la generación de ellas disminuye inexactitudes en los cálculos.

- . La predicción de eventos específicos de pérdida de suelos a partir de promedios, en base a la ecuación, genera diferencias marcadas
- . La utilización de valores de R obtenidos a partir de mapas de líneas de igual erosión para aplicaciones a un año específico genera variaciones que fluctúan entre menos de la mitad de su valor a más del doble del mismo (ya que los promedios abarcan ciclos de 22 años)
- . El factor K es un promedio para un suelo dado. No obstante la pérdida de suelo por unidad de EI en un campo específico varía de acuerdo a las condiciones presentes del campo (por ejemplo: humedad) y características de la lluvia
- . Los factores C y P promedios pueden ser muy diferentes de los observados en un evento o campo específico. El estado de desarrollo, afectado por retardos o no de lluvias pueden influir considerablemente en estos factores
- . Otras fuentes de error se relacionan con el cálculo, apreciación o fuentes utilizadas para computar los valores de los factores. Por ejemplo utilizar un sólo estimado para C, tomar valores de tablas sin someterlos a un tratamiento crítico, extrapolaciones demasiado amplias, definiciones incorrectas de la longitud de la pendiente, no evaluar o hacerlo incorrectamente, pendientes irregulares, etc



## 9.2.4.- RESEÑA HISTORICA

La Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo en su forma actual no fue creada espontáneamente, sino que fue evolucionando y desarrollándose a medida que la investigación fue suministrando la información pertinente.

El primer estudio científico de los efectos de la erosión se piensa que lo hizo Wollny a fines del siglo XIX (Hudson, 1961), los primeros estudios cuantitativos de los procesos erosivos los inició el Servicio Forestal de Estados Unidos en 1915; en la década de los años 20 y 30 se emprendieron investigaciones importantes sobre erosión.

En 1917 M. F. Miller realizó un estudio en parcelas acerca del efecto de los cultivos y las rotaciones sobre el escurrimiento y la erosión.

El interés generalizado de los peligros de la erosión del suelo en la década de los años veinte y principios de la década de los años treinta dieron como resultado una mayor investigación científica sobre la erosión; los resultados obtenidos durante estos primeros trabajos fueron de carácter cualitativo.

Durante ese período se dieron muchos aportes por los trabajos realizados por muchos investigadores; entre los que cabe mencionar la noción elemental de los factores que afectaban la erosión (Ayres, 1936), la importancia del impacto de las gotas de lluvia en el proceso de erosión (Laws, 1940) y el análisis de la acción mecánica de la gotas de lluvia (Ellison, 1947) entre otros.

Debido a ello muchos científicos comenzaron a idear ecuaciones empíricas para poder predecir la erosión del suelo a medida que los datos se fueron acumulando e intercambiando.

El desarrollo de modelos matemáticos para determinar las pérdidas de suelo en el campo empezó en el año de 1940 en la faja maizera de los Estados Unidos.

El procedimiento desarrollado para estimar las pérdidas de suelo en aquella región entre 1940 y 1956 había sido referido a prácticas de manejo de suelos en terrenos con pendiente.

La primera ecuación formulada fue desarrollada por Zingg en 1940, en la cual se relacionaba la pérdida del suelo con el grado de inclinación y con la longitud de la pendiente.

Al siguiente año Smith adiciono a la ecuación de Zingg factores de cultivo, prácticas de conservación y el concepto de un límite específico de pérdida de suelo, desarrollando además, un método gráfico para seleccionar apropiadamente las prácticas de conservación para suelos de los Estados Centrales de los Estados Unidos.

En 1947 Browning y colaboradores agregaron a la ecuación de Smith el factor manejo de suelos y prepararon un conjunto de tablas simplificadas para uso de la ecuación en el campo, en el Estado de Iowa.

Aproximadamente por la misma época se constituyo un Comité Nacional que se reunió en Ohio con el fin de adaptar la ecuación de la Faja Maizera a terrenos de cultivo de otras regiones. Este comité considero los factores que intervienen en la ecuación de la Faja Maizera y agrego el factor lluvia. La fórmula resultante se conoce con el nombre de Ecuación de Musgrave, en honor al presidente de la Junta llamado Musgrave, G. W. (1947), pero se conocía más frecuentemente con el nombre de Ecuación de Prácticas-Pendiente, ya que la pendiente y las prácticas de cultivo eran las dos variables principales de esta fórmula.

La Ecuación de Musgrave fue utilizada durante casi 10 años por el Servicio de Conservación de Suelos para estimar la tasa de erosión a partir de cuencas donde se implementaron programas para disminuir los escurrimientos superficiales.

En 1952 Lloyd y Eley proporcionaron una solución gráfica de la ecuación de Musgrave para utilizarla en el Noreste de los Estados Unidos.

En 1954 la investigación para la predicción de la erosión de suelos se consolidó en un esfuerzo cooperativo que tenía por objeto superar muchas de las desventajas inherentes a los proyectos de investigación local o regional.

El *Soil Conservation Service (USDA)* estableció un convenio con la *Universidad de Purdue de Washington*, para realizar medidas sistemáticas de pérdidas de suelos por erosión en terrenos agrícolas, con el fin de llegar a conocer los distintos factores y procesos que intervienen en la erosión.

Este planteamiento llevó a instalar un conjunto de estaciones experimentales en diversos estados del este de Mississippi, que operaron de modo continuo a lo largo de muchos años.

Wischmeier generalizó el empleo de parcelas experimentales de características normalizadas de 22.13 metros de longitud y 9% de inclinación de la pendiente, esto permitió la obtención de resultados comparables, independientemente cualquiera que fuese su procedencia.

Se compilaron datos de investigación de erosión en más de 8,000 parcelas-año en 36 localidades en 21 estados; como consecuencia del conjunto de datos acumulados *Wischmeier y Smith* recibieron el encargo de realizar un estudio estadístico acerca de los mismos, que condujeron en 1958 a la formulación del método de predicción de pérdidas de suelo de mayor uso llamado *ECUACION UNIVERSAL DE PERDIDAS DE SUELO*.

#### 9.2.5.- DESCRIPCION

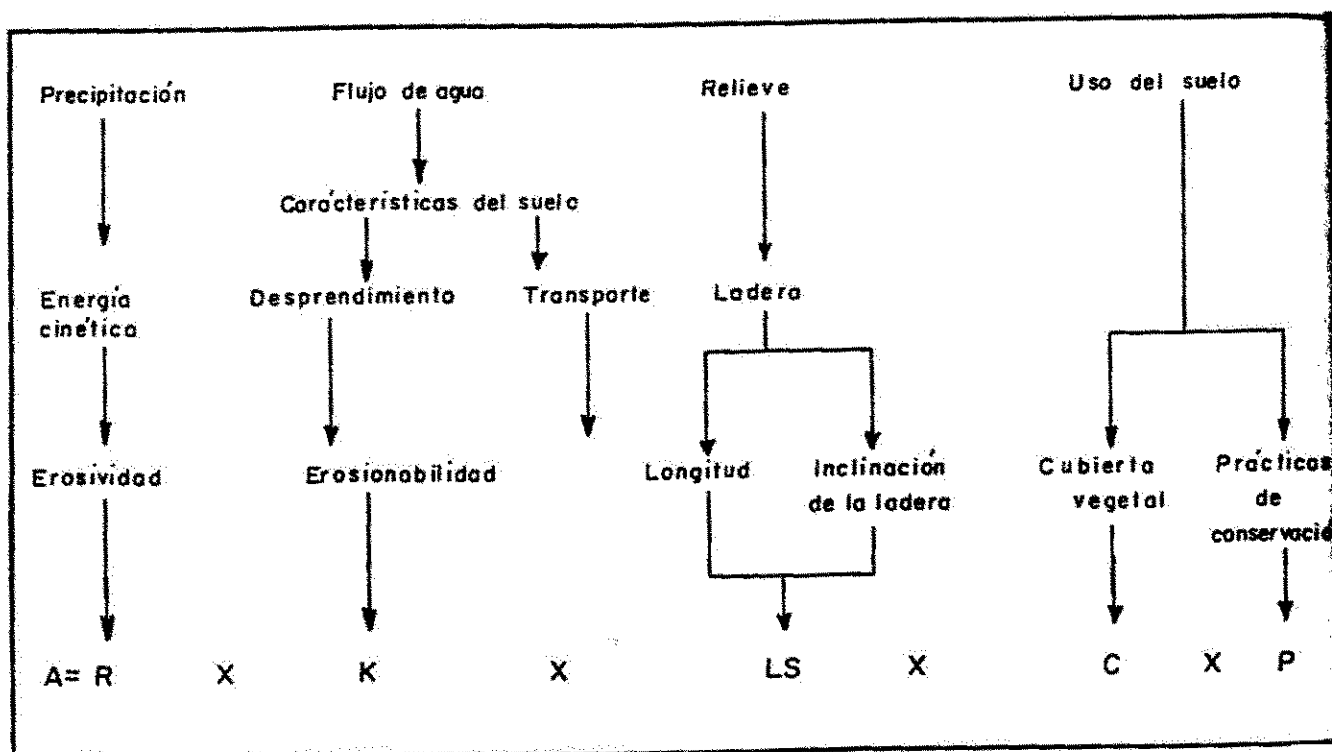
La Ecuación Universal de Pérdidas de suelo esta integrada por los siguientes componentes:

$$A = R / K L S P C$$

donde:

- A : Pérdida de suelo promedio anual en Ton/ha/año
- R : Erosividad de la lluvia en MJ.mm/ha.hr.año
- K : Erodabilidad del suelo en Ton/ha.año/MJ.mm/ha.hr
- L : Factor longitud del gradiente (adimensional)
- S : Factor inclinación del gradiente (adimensional)
- C : Factor práctica vegetativa (adimensional)
- P : Factor práctica mecánica (adimensional)

En el esquema que se presenta a continuación se muestran los diferentes factores que conforman la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (Tomado de Porta, J., et. al., 1194)



Los factores de la EUPS se desarrollaron mediante una unidad de evaluación llamada *Parcela Estándar*. Una parcela estándar tiene una longitud de 22.13 metros sobre una pendiente uniforme de 9% en sentido longitudinal, la cual fue labrada hacia arriba y hacia abajo de la pendiente y estuvo bajo barbecho continuo durante por lo menos dos años.

9.2.6.- **PROCEDIMIENTO DE CALCULO**

A continuación se describe brevemente el modo en que estos factores influyen en la erosión y cómo se han establecido los equivalentes numéricos de ellos.

9.2.6.1.- **FACTOR EROSIVIDAD DE LA LLUVIA (R)**

Este factor actúa a través de la desagregación que produce la energía de las gotas de lluvia al caer sobre la superficie del suelo y su contribución posterior a la escorrentía.

El factor de erosividad de la lluvia en la ecuación es un índice numérico de erosión de la precipitación pluvial que expresa la capacidad de la lluvia que se supone ha de caer en una localidad para erosionar el suelo de un terreno sin proteger (en barbecho).

La definición del factor R resultó posible cuando se ideó un método para calcular el potencial de erosión de un aguacero, en un modo que lo relacionara con la erosión causada en un suelo en barbecho; para ello los técnicos del Agricultural Research Service, de la Secretaria de Agricultura de los Estados Unidos, analizaron una gran cantidad de datos de pérdidas de suelo y datos pluviométricos.

De este análisis dedujeron que cuando todos los factores menos la lluvia permanecían constantes, las pérdidas de suelo ocasionadas por las lluvias en los terrenos cultivados eran directamente proporcionales al valor del producto de dos características del aguacero: su *energía cinética total y su intensidad máxima en 30 minutos*.

El producto de estas dos características es un término recíproco que mide el efecto de la manera particular en que la erosión por salpicadura y la turbulencia se combinan con el escurrimiento para llevarse del terreno las partículas de suelo separadas de éste.

Este producto (energía por intensidad) se denomina "*Índice de Erosividad de la Lluvia*" o "*Valor EI30*" y fue determinado por Wischmeier en 1958; se considera el indicador más exacto para medir el potencial de un aguacero que causa erosión en un suelo en barbecho.

Mediante la suma de los valores  $EI_{30}$  de cada aguacero durante un periodo de tiempo determinado podemos determinar el valor numérico del poder de erosión de la lluvia en ese periodo, por lo tanto al *sumar los valores de  $EI_{30}$  de los aguaceros que caen en un año en una determinada localidad, podemos determinar el valor anual del producto  $EI_{30}$  para esa localidad*, al cual se le denomina "*Indice de Erosión Pluvial*".

Los índices de erosividad por precipitación pluvial pueden sumarse para cualquier periodo para proporcionar una media numérica de la erosividad por precipitación pluvial durante ese periodo. La reducción de los registros a largo plazo de la precipitación pluvial proporcionan valores anuales promedio del índice de erosividad pluvial o factor de precipitación pluvial  $R$ . Estos valores para una área grande pueden representarse como curvas de igual erosividad denominadas *Isoerodientes* en un mapa del área de interés.

El valor *numéricos del factor  $R$  se determina mediante el índice de erosividad de Wischmeier al aplicar la siguiente fórmula:*

$$R = \Sigma (EI_{30})$$

donde:

$R$  : Erosividad de la lluvia en MJ.mm/ha.hr.año

$EI_{30}$  : Índice de erosividad de Wischmeier en  
MJ.mm/ha.hr.año

Mediante la suma de los valores  $EI_{30}$  de cada aguacero durante un período de tiempo determinado podemos determinar el valor numérico del poder de erosión de la lluvia en ese período, por lo tanto al *sumar los valores de  $EI_{30}$  de los aguaceros que caen en un año en una determinada localidad, podemos determinar el valor anual del producto  $EI_{30}$  para esa localidad, al cual se le denomina "Índice de Erosión Pluvial".*

Los índices de erosividad por precipitación pluvial pueden sumarse para cualquier período para proporcionar una media numérica de la erosividad por precipitación pluvial durante ese período. La reducción de los registros a largo plazo de la precipitación pluvial proporcionan valores anuales promedio del índice de erosividad pluvial o factor de precipitación pluvial  $R$ . Estos valores para una área grande pueden representarse como curvas de igual erosividad denominadas *Isoerodientes* en un mapa del área de interés.

El valor *numéricos del factor  $R$  se determina mediante el índice de erosividad de Wischmeier al aplicar la siguiente fórmula:*

$$R = \Sigma (EI_{30})$$

donde:

$R$  : Erosividad de la lluvia en MJ.mm/ha.hr.año

$EI_{30}$  : Índice de erosividad de Wischmeier en  
MJ.mm/ha.hr.año

El índice de erosividad de Wischmeier se obtiene al aplicar la fórmula siguiente:

$$EI_{30} = E_{ct} \cdot I_{30}$$

donde:

$E_{ct}$  : Energía cinética de la lluvia en MJ/ha

$I_{30}$  : Intensidad máxima en 30 minutos en mm/hr

El valor de la energía cinética de la lluvia se obtiene al aplicar la siguiente ecuación:

$$E_{ct} = \sum (E_{ci} \cdot p_i)$$

donde:

$E_{ci}$  : Energía cinética para un segmento de lluvia (i) en MJ/ha.mm

$p_i$  : Lámina de un segmento de lluvia (i) en mm

El valor de la energía cinética se puede determinar a través de la siguiente fórmula:

$$E_{ci} = 0.119 + 0.087 \log^{10} I_i$$

donde:

$I_i$  : Intensidad de la lluvia para un segmento (i) en mm/hr



La intensidad de la lluvia para un segmento (i) en mm/hr se puede calcular al aplicar la siguiente fórmula:

$$I_1 = \frac{p_1 \cdot 60}{t_1}$$

donde:

$p_1$  : Lámina de lluvia del segmento (i) en mm

$t_1$  : Duración de la lluvia del segmento (i) en min

La intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos ( $I_{30}$ ) se determina de la siguiente manera:

$$I_{30} = \frac{P_{30} \cdot 60}{30}$$

donde:

$P_{30}$  : La máxima cantidad de lluvia en 30 minutos seguidos en mm

#### 9.2.6.2.- FACTOR ERODABILIDAD DEL SUELO (K)

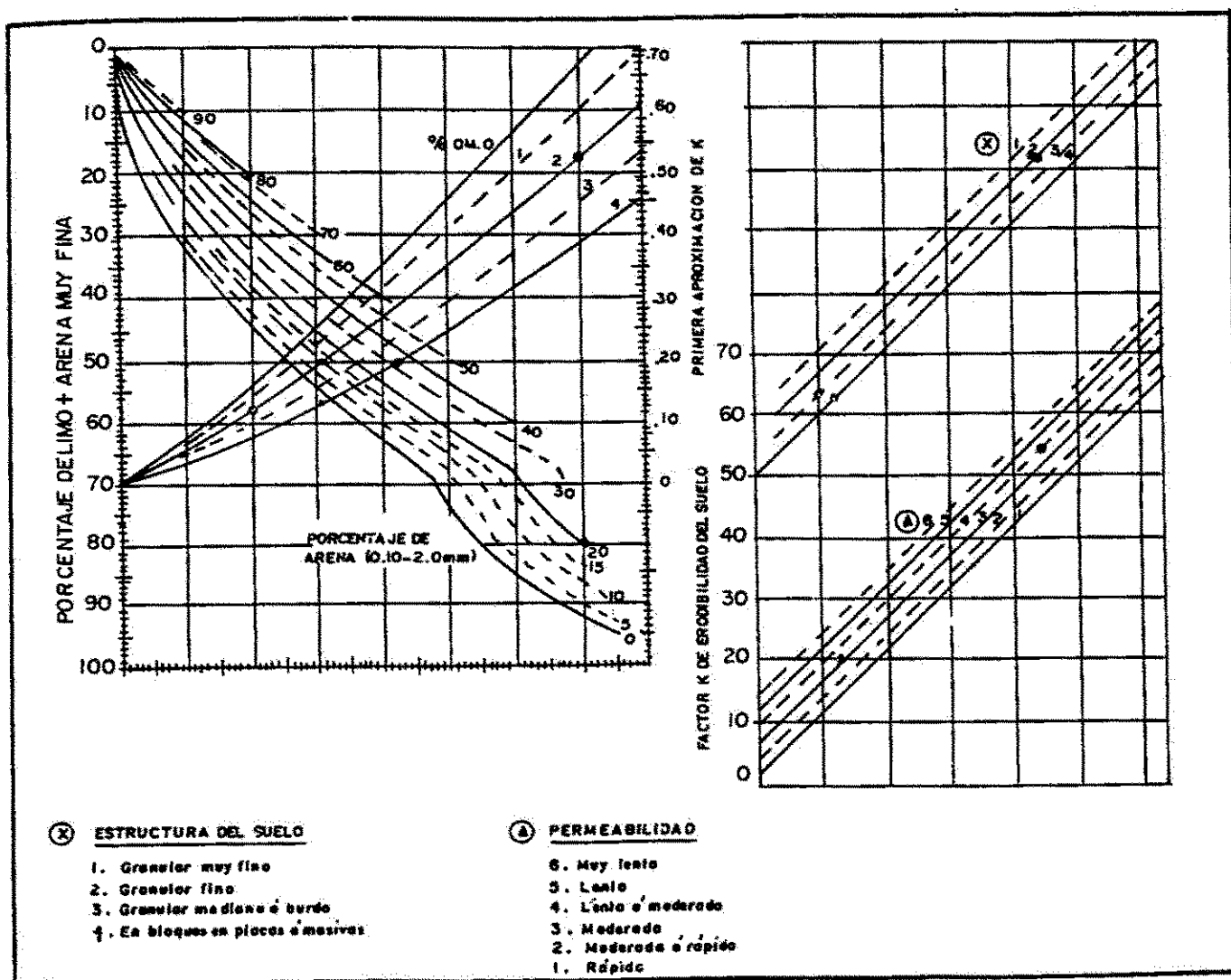
Este factor en la ecuación es una descripción cuantitativa de la erodabilidad inherente de un suelo determinado; refleja el hecho de que diferentes suelos se erosionan a diferentes tasas cuando los demás factores que afectan la erosión son los mismos.

El factor K en la ecuación de predicción de pérdida de suelo representa las toneladas de pérdida de suelo por hectárea por unidad de índice de erosión pluvial para una pendiente de 9% y una longitud de 22.13 metros; expresa la pérdida de suelo en barbecho continuo sin la influencia de cubierta vegetal o de ordenación alguna.

Para calcular el valor del factor  $K$ , Wischmeier y Smith se basaron en las propiedades del epipedión más relacionadas con la susceptibilidad del suelo a la erosión tales como:

- . Limo USDA + arena muy fina (%)
- . Arena fina a muy gruesa (%)
- . Materia orgánica (%)
- . Tipo de estructura
- . Permeabilidad del suelo

Wischmeier y Smith (1978) prepararon un *Nomograma* para el cálculo del factor  $K$ ; para los suelos continentales de los Estados Unidos, el cual se presenta a continuación (Tomado del ARS, 1975).



Debido a que los valores de  $K$  sólo se han determinado experimentalmente en unos pocos suelos, es necesario determinar estos factores  $K$  en otros suelos; por lo tanto los valores de  $K$  que se emplean actualmente no deben considerarse completamente exactos y es necesario realizar investigaciones para definir este factor de modo más preciso y llegar a obtener valores más exactos que los que se utilizan actualmente.

#### 9.2.6.3.- FACTOR LONGITUD Y PENDIENTE DEL DECLIVE ( $LS$ )

Los efectos de la longitud y el gradiente de la pendiente se representan en esta ecuación como  $L$  y  $S$  respectivamente; sin embargo, a menudo se evalúan como un factor topográfico único,  $LS$ .

La longitud de la pendiente se define como la distancia desde el punto de origen del flujo sobre la superficie hasta el punto donde la pendiente disminuye lo bastante como para que ocurra la deposición o hasta el punto en que la escorrentía entra en un canal definido.

La pendiente  $S$  se refiere a la del campo como tal o a la de un segmento de la pendiente y se expresa en porcentaje.

Debido a que el desarrollo de esta ecuación se basó en una longitud de parcelas normalizadas de 22.13 metros (Wischmeier y Smith, 1965) el factor longitud de la pendiente ( $L$ ) se define y calcula de la siguiente manera:

$$L = (X/22.13)^m$$

donde:

- $L$  : Factor longitud de la pendiente, adimensional
- $X$  : Longitud de la pendiente en metros
- $m$  : Constante que depende de la inclinación de la pendiente

Debido a que los valores de  $K$  sólo se han determinado experimentalmente en unos pocos suelos, es necesario determinar estos factores  $K$  en otros suelos; por lo tanto los valores de  $K$  que se emplean actualmente no deben considerarse completamente exactos y es necesario realizar investigaciones para definir este factor de modo más preciso y llegar a obtener valores más exactos que los que se utilizan actualmente.

#### 9.2.6.3.- FACTOR LONGITUD Y PENDIENTE DEL DECLIVE (LS)

Los efectos de la longitud y el gradiente de la pendiente se representan en esta ecuación como  $L$  y  $S$  respectivamente; sin embargo, a menudo se evalúan como un factor topográfico único,  $LS$ .

La longitud de la pendiente se define como la distancia desde el punto de origen del flujo sobre la superficie hasta el punto donde la pendiente disminuye lo bastante como para que ocurra la deposición o hasta el punto en que la escorrentía entra en un canal definido.

La pendiente  $S$  se refiere a la del campo como tal o a la de un segmento de la pendiente y se expresa en porcentaje.

Debido a que el desarrollo de esta ecuación se basó en una longitud de parcelas normalizadas de 22.13 metros (Wischmeier y Smith, 1965) el factor longitud de la pendiente ( $L$ ) se define y calcula de la siguiente manera:

$$L = (X/22.13)^m$$

donde:

- $L$  : Factor longitud de la pendiente, adimensional
- $X$  : Longitud de la pendiente en metros
- $m$  : Constante que depende de la inclinación de la pendiente

El valor de "m" se puede obtener del siguiente cuadro (Tomado de Wischmeier y Smith, 1978)

Inclinación de la Pendiente S (%)	m
≥ 5	0.5
3 - 5	0.4
1 - 3	0.3
< 1	0.2

El factor pendiente (S) se puede determinar al utilizar la siguiente fórmula:

$$S = \frac{0.43 + 0.3 s + 0.043 s^2}{6.613}$$

donde:

S : Factor pendiente del terreno en %

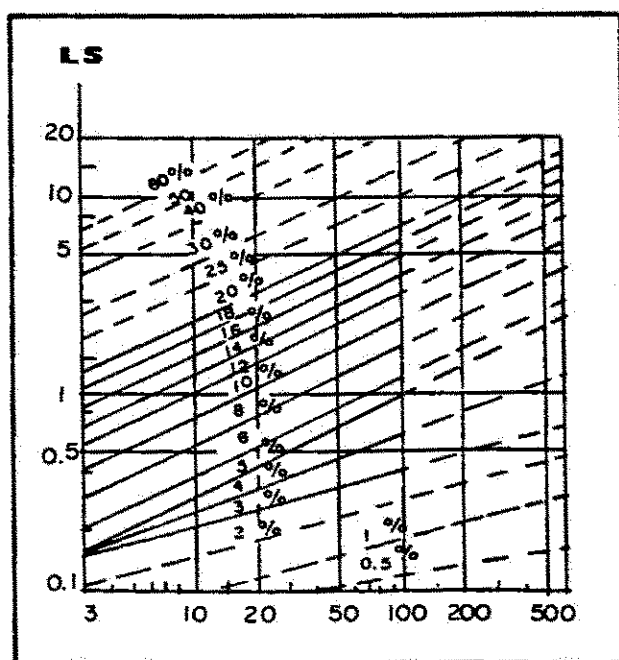
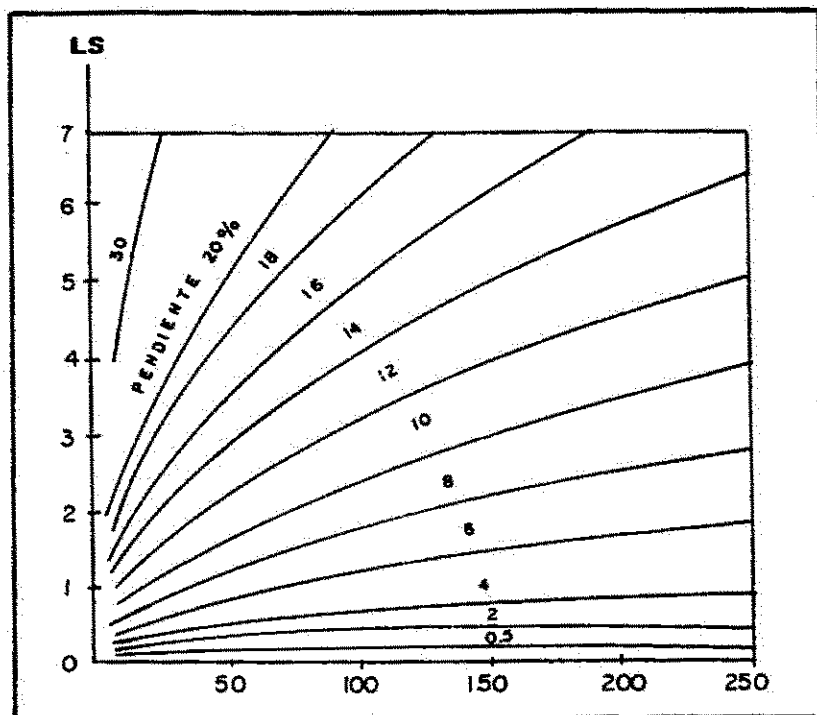
s : Pendiente del terreno en %

Para determinar el valor del efecto combinado de la longitud y la inclinación de la pendiente (LS) se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$LS = (X/22.13)^m (0.065 + 0.045 s + 0.0065 s^2)$$

Teniendo en cuenta que las laderas irregulares deberán segmentarse en tramos de características uniformes, el factor LS se puede calcular mediante el uso de tablas o bien resolver gráficamente mediante el uso de Nomogramas.

Los siguientes *Nomogramas* pueden ser utilizados para *determinar el valor LS* que se utiliza en la *EUPS* (Tomado de Porta, J., 1994)



En la siguiente tabla se presentan valores del factor topográfico para diferentes combinaciones de pendiente (Tomado de Wischmeier y Smith, 1978)

Longitud de la pendiente (pies)

Pendiente	50	100	200	500	1000
2	0.16	0.2	0.25	0.33	0.4
4	0.3	0.4	0.53	0.76	1.01
6	0.48	0.67	0.95	1.5	2.13
8	0.7	0.99	1.41	2.22	3.14
10	0.97	1.37	1.94	3.06	4.33
12	1.28	1.8	2.55	4.04	5.71
14	1.62	2.3	3.25	5.13	7.26
16	2.01	2.84	4.01	6.35	8.98
18	2.43	3.43	3.86	7.68	10.9
20	2.88	2.88	5.77	9.12	12.9

#### 9.2.6.4.- FACTOR CUBIERTA VEGETAL (C)

El factor de manejo de los cultivos en la ecuación representa la relación de pérdida del suelo a partir de una condición específica de cultivo o cobertura con la pérdida del suelo a partir de un estado de labranza y barbecho continuo para el mismo suelo, pendiente y precipitación pluvial; este factor incluye los efectos interrelacionados de la cubierta, la secuencia de cultivos, el nivel de productividad, duración de la estación de crecimiento, prácticas de cultivo, manejo de residuos y distribución de la precipitación pluvial.

Para determinar su valor hay que conocer las prácticas agrícolas habituales, su secuencia y duración de cada una de ellas a lo largo del año.

La evaluación del factor *C* es a menudo difícil debido a los múltiples sistemas de cultivo y manejo; dado que los cultivos se pueden producir de manera continua o rotarse con otros cultivos, las rotaciones pueden ser de duración y secuencia diversas, los residuos se pueden eliminar, dejar en el campo o incorporarse al suelo, el suelo puede labrarse por completo o pueden utilizarse algunos de los muchos sistemas de labranza de conservación.

Wischmeier y Smith (1978), elaboraron tablas para el cálculo del factor *C* para las condiciones de Estados Unidos.

Según Kirkby et.al., (1984), cuando el suelo no presenta ningún tipo de cobertura y manejo de cultivo, *C* toma un valor correspondiente a la unidad.

Para obtener el valor de *C* para un rotación de cultivo, el año se divide en períodos de acuerdo a la etapa de desarrollo del cultivo, según las fechas locales de labranza, siembra y cosecha; luego se elabora una curva de índice de erosión anual esperado dentro de cada período de etapa del cultivo. El valor *C* de la etapa del cultivo se multiplica por el valor correspondiente obtenido a partir de la curva de distribución y este será el valor de *C* para ese período. Todos los valores *C* del período del cultivo se suman para la rotación y se dividen entre el número de años de la rotación y de esta forma se obtienen los valores de *C* promedio anuales que se aplican a la EUPS.

Lo antes expuesto se puede determinar al aplicar la siguiente fórmula:

$$C = \sum (C_i R_i) / n$$

donde:

- C<sub>i</sub>*: Factor *C* para el período (*i*)
- i*: Período en que se divide la rotación
- R<sub>i</sub>*: Factor de ajuste de *R*, corresponde al porcentaje de *R* en el período (*i*)
- n*: Número de años de la rotación de cultivos



El factor de ajuste ( $R_i$ ) se obtiene al aplicar la siguiente fórmula:

$$R_i = \frac{R_{\text{periodo}}}{R_{\text{anual}}} \cdot 100$$

#### 9.2.6.5.- FACTOR METODO DE CONTROL DE LA EROSION (P)

El factor de control de la erosión o factor de prácticas conservacionistas en la ecuación es la proporción de la pérdida de suelo cuando se hace uso de alguna práctica específica comparándola con la pérdida de suelo mediante labranza en sentido de la pendiente.

Los métodos de control de la erosión que por lo general se incluyen en este factor son: cultivo en contorno, el cultivo en fajas de contorno y el terraceo, incluyendo canales de desviación e interceptores del escurrimiento superficial como parte necesarias de estas prácticas.

Las labores conservacionistas de cultivo, rotaciones, fertilización, aplicación de residuos, son métodos importantes en el control de la erosión, pero se han incluido dentro de los factores de manejo del cultivo (C).

Las investigaciones realizadas en La Crosse (Wisconsin), Bethany (Misuri) y Urbana (Illinois) han proporcionado la mayoría de los datos que se emplean para evaluar el efecto de las prácticas de conservación sobre la erosión del suelo por el agua.

Estas investigaciones junto con la experiencia adquirida durante varios años de trabajo de campo, se han aprovechado para establecer los valores del factor prácticas de conservación que se usan en la ecuación.

Los valores del factor (P) para las tres principales prácticas se presentan en la siguiente tabla (Wischmeier y Smith, 1978)

<i>Pendiente del Terreno (%)</i>	<i>Cultivo en Contorno</i>	<i>Cultivo en Fajas de Contorno y Surcos de Riego</i>	<i>Terrazas</i>
1 - 2	0.6	0.3	0.12
3 - 8	0.5	0.25	0.1
9 - 12	0.6	0.3	0.12
13 - 16	0.7	0.35	0.14
17 - 20	0.8	0.4	0.16
21 - 25	0.9	0.45	0.18

De acuerdo a esta tabla podemos apreciar que dentro de cierto tipo de práctica, el factor P es más efectivo para una escala de pendiente de 3 a 8 por ciento y los valores se incrementan a medida que la pendiente aumenta. Cuando no se aplica ninguna práctica el valor de P es igual a la unidad.

El valor del factor P para terraceo en esta tabla es para predecir la pérdida de suelo total fuera del campo. Si se desea obtener la pérdida de suelo para el intervalo entre terrazas, se debe utilizar la distancia entre una y otra terraza para el factor longitud de la pendiente, L, y el valor de contorno P utilizarse para el factor de método.

### 9.3.- TOLERANCIA DE PERDIDA DE SUELO

#### 9.3.1.- GENERALIDADES

Debido a las dificultades en mayor o menor grado para delimitar las fronteras entre la erosión geológica y la inducida, se ha pensado en establecer *Límites de Tolerancia en la Pérdida de Suelo*, los cuales se expresan en toneladas por unidad de superficie.

Se considera como *Límite Máximo*, aquel en el cual se mantiene un nivel alto de productividad por un largo tiempo; es decir, que no se manifiesta un deterioro progresivo de ésta y el espesor del suelo; lo cual se logra cuando la velocidad de pérdida de suelo no es mayor que la velocidad de formación del mismo.

Bennett (1939), estimó que bajo condiciones naturales sin disturbio de la vegetación, se necesitan cerca de 300 años para producir una capa de 25 milímetros de suelo superficial; sin embargo cuando existe alteración del suelo, por el laboreo, pastoreo, etc; se acelera el intemperismo y el período de formación de dicha capa se reduce a más o menos 30 años (Hudson, 1971).

Una velocidad de formación de 25 milímetros en 30 años equivale aproximadamente a *1.8 Ton/ha/año* y esta cifra se ha considerado como la *cantidad máxima tolerable de ser erosionada*.

La *tolerancia de pérdida de suelo depende del tipo de suelo, de su profundidad y de sus características físicas*.

Por ejemplo es menos peligroso que un suelo profundo con buena fertilidad en todo el perfil pierda 25 milímetros en 30 años, que si esta pérdida se presentara en un suelo con unos cuantos centímetros de profundidad que descansa sobre roca dura.

Los límites aceptables de pérdida de suelo varían desde *0.4 Ton/ha/año hasta 1.8 Ton/ha/año*; estas cantidades para un suelo franco con una densidad aparente de *0.28 gr/cm<sup>3</sup>* representan la pérdida de una capa de suelo de *0.28 mm/ha/año a 1.28 mm/ha/año*.

De acuerdo a la FAO (1968), generalmente se permiten pérdidas de 1.8 Ton/ha/año en suelos profundos, bien drenados y permeables y pérdidas de 0.4 a 0.8 Ton/ha/año en suelos poco profundos con un subsuelo tepetatoso o rocoso.

*Antes de usar la Ecuación Universal de Pérdidas de suelo para elegir los sistemas de cultivo o las prácticas auxiliares pertinentes, es necesario establecer los valores de Tolerancia de Pérdida de Suelo para los terrenos de que se trate; debido a que este valor se utiliza como una guía para la planificación en la conservación de suelos.*

La tolerancia de pérdida de suelo para Estados Unidos es de 5 y 12.5 Ton/ha/año, dependiendo del suelo específico que se trate.

### **9.3.2.- DEFINICION**

A continuación se presentan algunas definiciones del término *Tolerancia de Pérdida de Suelo*:

- . Cantidad de suelo, expresada en toneladas por unidad de superficie, que un suelo puede perder sin dejar por ello de conservar todavía durante largo tiempo un gran índice de productividad
- . Tasa máxima de erosión de suelo que permite que se sostenga un alto nivel de productividad
- . Máxima proporción de pérdida de suelo que permite un nivel alto de productividad sostenida

### **9.3.3.- ASPECTOS GENERALES QUE SE DEBEN TOMAR EN CUENTA AL SEÑALAR LOS LIMITES ACEPTABLES DE EROSION DE UN SUELO**

Los aspectos que deben considerarse al señalar los límites de pérdidas tolerables para un suelo en particular, son los que se mencionan a continuación:

- . Mantener un espesor adecuado del suelo, favorable para la producción agrícola y forestal durante largo tiempo; es importante tener presente que el efecto de la erosión del suelo sobre los rendimientos de los cultivos

Mantener las pérdidas de suelo por debajo de aquellas que causen la formación de surcos y cárcavas

Evitar que las pérdidas de suelo causen azolve en los cauces empastados, canales, zanjias de drenaje, drenes de los caminos, áreas productivas o vasos de almacenamiento

Aumentar la disponibilidad del agua útil para la planta en el suelo, por medio de la disminución de los escurrimientos superficiales

Mantener las pérdidas de suelo a un nivel inferior al del punto en que la erosión comienza a producir daños a las plantas y a originar una disminución en los rendimientos de los cultivos

La pérdida tolerable en un suelo determinado se calcula tomando como base la pérdida media para todos los años en que se efectúe el sistema de cultivo, generalmente se dan dos valores de la tolerancia para cada tipo de suelo, según el grado de erosión del terreno.

En el siguiente cuadro se presentan algunos valores de pérdida permisible de suelo para condiciones específicas de suelo (Tomado de Morgan, 1980)

<i>Pérdida Permisible de Suelo Ton/ha/año</i>	<i>Condiciones</i>
1	Suelos muy erodables con profundidad efectiva de 25 cms
5.5	Suelos superficiales
11	Suelos con profundidad efectiva $\geq 150$ cms
25	Areas montañosas de alta precipitación en zonas tropicales

## 9.4.- ECUACION UNIVERSAL REVISADA DE PERDIDA DE SUELO (RUSLE)

## 9.4.1.- GENERALIDADES

La Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE), fue desarrollada para superar algunas de las limitaciones que presenta la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo; esta ecuación revisada utiliza los mismos factores que integran la EUPS.

Entre los avances que se incluyen en la RUSLE podemos citar los siguientes:

- . Computarización de algoritmos para facilitar los cálculos
- . Nuevos valores de erosividad de lluvias-escurrimientos (R) en el oeste de los Estados Unidos (condiciones áridas), basado en más de 1,200 localidades
- . Desarrollo de un término de susceptibilidad del suelo a la erosión estacionalmente variable (K) y métodos alternativos de estimación de K cuando el nomograma no es aplicable
- . Un nuevo método para calcular el factor cubierta-manejo (C), utilizando subfactores que incluyen uso previo de la tierra, cubierta de cultivos, cubierta vegetal del suelo (incluyendo fragmentos de roca en la superficie) y rugosidad del terreno
- . Nuevas formas de estimar los factores de largo y magnitud de la pendiente (LS) que consideran porcentajes de erosión en surcos e inter-surcos
- . La capacidad de ajustar el LS para pendientes de forma variable
- . Nuevos valores de prácticas de conservación (P) para cultivos en fajas alternas, uso de drenaje subterráneo y praderas

## 9.5.- METODO ONSTAND - FOSTER (AOF)

## 9.5.1.- GENERALIDADES

La metodología AOF es un *procedimiento matemático* que sirve para *estimar los potenciales de desprendimiento y transporte del suelo, incluyendo las proporciones relativas de erosión en surcos e inter-surcos, para laderas compuestas por uno o más segmentos con distintas características.*

Este método también *proporciona un medio para estimar la proporción de erosión en surcos con la erosión inter-surcos, basado en el largo y magnitud de la pendiente del segmento, intensidad de la lluvia, volumen de escurrimiento, tasa máxima de escurrimiento y la proporción de susceptibilidad de erosión en surcos en relación a inter-surcos, que varía de 0.5 en suelos resistentes al ensurcamiento a 2 en suelos altamente susceptibles al ensurcamiento.*

Asimismo este método tiene la *ventaja de utilizar un componente de energía compuesto tanto por energía pluvial como de escurrimiento, estimando tanto la erosión en surcos como inter-surcos, considerando tanto el desprendimiento de suelos y el transporte como factores que limitan el rendimiento de sedimento, y siendo apto para estimar el rendimiento de sedimento de pendientes complejas.*

Además, Onstad y Foster (1975) describieron un método mediante el cual el método podía ser utilizado para estimar rendimientos de sedimento de cuencas complejas.

El método AOF utiliza una *versión modificada de la EUPS para estimar el desprendimiento de suelo; la cual se presenta a continuación:*

$$Y = W K L S C P$$

donde:

Y : Rendimiento de sedimento en Ton/ha

W : Término de energía que es la suma de los componentes de energía pluvial y de escurrimiento

Los demás factores son iguales a los de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo.

Para determinar el valor del factor energía (W), se utiliza la siguiente fórmula:

$$W = 0.646 EI_{30} + 0.45 (Q \times q_a)^{0.333}$$

donde:

$EI_{30}$  : Índice de erosividad pluvial de la EUPS

$Q$  : Volumen de escurrimiento en milímetros

$q_a$  : Tasa de escurrimiento por tempestad mm/hr

#### 9.6.- ECUACION UNIVERSAL MODIFICADA DE PERDIDA DE SUELO

##### 9.6.1.- GENERALIDADES

La Ecuación Modificada de Pérdida de Suelo (MUSLE) fue desarrollada por Williams J. R. en 1975, la cual es un modelo de parámetros "agrupados" que estima el rendimiento de sedimento de cuencas para un evento pluvioso único y utiliza un factor de escurrimiento para reemplazar el factor de energía pluvial de la EUPS. Esta ecuación se recomienda utilizar en cuencas que tengan una superficie de alrededor de 100 kilómetros cuadrados.

La MUSLE esta integrada por los siguientes componentes:

$$Y = 11.8 (Q \times q_a)^{0.56} K L S C P$$

donde:

$Y$  : Rendimiento de sedimento de la cuenca en Toneladas

$Q$  : Volumen de escurrimiento por tormenta en metros cúbicos

$q_a$  : Velocidad máxima de caudal en m<sup>3</sup>/seg



*Los otros factores son iguales a los de la EUPS.*

Las unidades de  $Y$  se convierten en Ton/ha cuando  $Q$  esta dado en mm y  $q_a$  es en mm/hr.

El factor de escurrimiento ( $Q \times q_a$ ) en esta ecuación proporciona una fuente de energia y como la tasa de escurrimiento por unidad de superficie disminuye a medida que aumenta la superficie de drenaje, el modelo contiene una tasa de desplazamiento implicita.

### 9.7.- **ECUACION DE EROSION BOLICA (WEP)**

#### 9.7.1.- **GENERALIDADES**

A fines del siglo XIX y a principios del XX, los estudios geomorfológicos del viento se relacionaban sobre todo con su importancia relativa como agente erosivo, y especialmente con la competencia y la capacidad del viento para transportar materiales finos y del viento cargado de residuos para desgastar; entre estos trabajos cabe destacar los realizados por **Cornish** (1897), **King** (1916), **Kadar** (1934), en tanto que algunos estudios experimentales fueron diseñados para revelar los mecanismos precisos del movimiento de las arenas, como por ejemplo el trabajo realizado por **Olsson-Seffer** (1908).

Los estudios de **R. A. Bagnold** en la década de los años treinta, publicados en su notable obra sobre la Física de las Arenas del Viento y de las Dunas del Desierto (*The Physics of Blown Sand and Desert Dunes*, 1914), marcaron un avance fundamental para la comprensión del sistema de la erosión eólica; muchas de las ideas de este investigador y sus resultados constituyeron la base para la investigación subsecuente sobre el problema de la erosión eólica.

**Bagnold** trabajo a partir de una base teórica y puso a prueba sus ideas al realizar experimentos de laboratorio en condiciones controladas de túnel de viento y al realizar observaciones y mediciones en el desierto de Libia; las principales suposiciones que hicieron que el utilizará un túnel de viento, fueron en el sentido de que los remolinos a gran escala no desempeñaban una parte apreciable para mantener a la arena en el aire y que el movimiento de las arenas era un fenómeno que ocurría más o menos a un metro de la superficie del suelo.

W. S. Chapil, A. S. Zingg, N. P. Woodruff y otros, realizaron trabajos de investigación en la Estación de Investigación para la Erosión Eólica en la Universidad del Estado de Kansas, basados en los principios de Bagnold relativos al control de la erosión eólica en tierras cultivadas.

El objetivo de estas investigaciones fue identificar y cuantificar los factores que influyen en la ubicación y las tasas de la erosión del suelo por obra del viento y desarrollar indicadores de las condiciones erosivas y de pérdida de suelo basados en índices climáticos; dentro de estos trabajos cabe destacar el trabajo realizado por Chapil y Wooddruff (1963).

Como resultado de estas investigaciones Woodruff y Siddoway en 1965 formularon una *Ecuación de Erosión Eólica (WEP)*, similar a la *Ecuación Universal de Pérdida de Suelo para la Erosión Hídrica*.

Esta ecuación permite predecir la pérdida potencial de suelo en los campos individuales; lo cual facilitó el control de la erosión por el viento mediante mecanismos diseñados para manipular los factores que afectaban la erosión, de manera que la erosión potencial pudiera reducirse a un nivel tolerable.

Actualmente se continúan realizando investigaciones para refinar la ecuación de predicción, mejorando las técnicas de control y determinando los niveles tolerables para los diferentes cultivos.

#### 9.7.2.- DESCRIPCION

La *Ecuación de Erosión Eólica (WEP)* esta integrada por los siguientes componentes:

$$WE = f(I \ K \ C \ L \ V)$$

donde:

- W : Erosión potencial en Ton/ha/año
- I : Índice de erodabilidad del suelo o factor de erodabilidad en Ton/ha/año
- K : Factor rugosidad del terreno en Ton/ha/año
- C : Factor climático local
- L : Longitud media del campo no protegido a lo largo de la dirección prevaleciente de la erosión eólica en metro
- V : Factor cobertura vegetal en Kg/ha

## 9.8.- ECUACIONES DE EROSION EN MODELOS DE SIMULACION

### 9.8.1.- GENERALIDADES

La Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos y otras técnicas similares constituyen herramientas útiles para evaluar los efectos del clima, suelo, topografía, cultivos y prácticas de conservación en la erosión de una pendiente o en una cuenca.

Estos métodos son relaciones empíricas combinadas en ecuaciones que se utilizan para predecir la pérdida promedio de suelo, con combinaciones específicas de uso y manejo de la tierra; pero no satisfacen la necesidad de un modelo detallado que simule la erosión del suelo como proceso dinámico ni describen el movimiento del suelo a lo largo de una pendiente.

No todas estas ecuaciones fueron diseñadas para simular erosión o rendimiento de sedimento diariamente o entre tormentas; tampoco son lo suficientemente sensibles a muchas prácticas de manejo de suelos y cultivos controladas por los agricultores.

Las ecuaciones de predicción de erosión han sido incorporadas como componentes de modelos matemáticos de simulación complejos a nivel de campo y de cuencas, los cuales son capaces de simular una variedad de procesos biofísicos y sus interacciones con el manejo de la tierra.

El uso de computadoras con versiones automatizadas de herramientas de predicción de la erosión amplían las posibilidades de aplicar estas herramientas en la resolución de problemas mayores y más complejos, tanto temporal como espacialmente.

Entre los modelos de simulación compleja que se han formulado podemos mencionar los siguientes:

- . Calculador de Impacto Erosión - Productividad (EPIC)
- . Simulador de Recursos Hídricos en Cuencas Rurales (SWRRB)
- . Modelo de Simulación Continua de Erosión Eólica (WECS)
- . Modelo de Efectos de Acumulación de Aguas Subterráneas de los Sistemas de Manejo Agrícola (GLEAMS)

- . Modelo de Sustancias Químicas, Escurrimiento y Erosión por Sistemas de Manejo Agrícola (CREAMS)
- . Modelo del Proyecto de Predicción de Erosión Hídrica (WEPP)

En nuestro país se han realizados estudios de investigación utilizando la metodología de la EUPS, entre los que figuran los trabajos realizados por Pacheco (1987), Somarriba (1989), Gamez (1989), Murillo (1990), Rivas (1992), Mendoza (1994); hasta el momento no se ha realizado ningún trabajo de investigación relacionado con el uso de la Ecuación de Erosión Eólica.

**CAPITULO X**

**EL PROCESO DE DESARROLLO**

**TECNOLOGICO**

## 10.1.- GENERALIDADES

*El proceso de desarrollo tecnológico esta condicionado por la política económica y la estructura productiva de la sociedad. La conformación socio-económica que prevalece en los países sub-desarrollados determinan una manifiesta desarticulación entre oferta y demanda de tecnología.*

*El enfoque convencional Investigación-Extensión-Agricultor ha demostrado ser ineficaz para el sector de agricultores de escasos recursos. Diversas iniciativas procuran resolver este problema a través de mecanismos que mejoren la interacción entre investigación, extensión y los productores. El propósito central de estas ha sido y sigue siendo, el desarrollo de formas o mecanismos que permitan una adecuada selección y evaluación de tecnologías, para ponerlas a disposición del agricultor, a través de una estrecha interrelación entre los grupos responsables de la producción (investigador, extensionista y productores).*

*Las tecnologías empleadas actualmente por el sector de pequeños productores, les brindan pocas posibilidades de aumentar su producción, ingresos y empleo.*

*Se han realizado esfuerzos para poner en manos de los productores nuevas técnicas que les ayuden a mejorar la producción de sus cosechas, también existen tecnologías para mejorar las condiciones de estos productores, pero es necesario analizar las condiciones en que operan estos, su estado de conocimiento de las nuevas opciones tecnológicas y lo que estas representan en términos de exigencias de factores de producción.*

*Cada tipo de tecnología tiene sus efectos y supone ciertas decisiones en función del costo relativo de los recursos en la economía del país y de su disponibilidad a nivel de finca y territorio específico. El productor opta por tecnologías ahorradoras de capital, o ahorradoras de trabajo o de tierra cuando se trata de reducir costos de producción; o de incrementar el uso relativo de tecnologías de menor costo relativo cuando se trata de incrementar niveles de producción. En ambos casos, se persigue como objetivo incrementar la productividad de cualquiera de los factores del proceso productivo (tierra, capital o trabajo).*

Para entender el "Modelo de Desarrollo" que ha predominado en nuestro país y que ha conducido a la adopción de políticas no sostenibles, es necesario destacar algunos rasgos históricos que han caracterizado a la economía nicaragüense, ya que estos han sido determinantes en el establecimiento de las tecnologías predominantes. Entre los cuales podemos mencionar:

- . Explotación de los Recursos Naturales (madera, caucho, oro) realizada por las empresas extranjeras en base a concesiones
- . Agricultura de Subsistencia
- . Inserción de Nicaragua en el Mercado Internacional de productos agrícolas (café, algodón, caña de azúcar), lo que generó un incipiente proceso de acumulación y formación de capital en el sector comercial, financiero e industrial. Sin embargo, el capital nacional en formación no ha guardado proporciones con la amplia dotación de recursos naturales del país. Así, se dió paso al denominado "Modelo Agroexportador" (Rayo, O., 1993)

La implementación del modelo agroexportador basado en el monocultivo y comercialización de unos pocos productos agropecuarios, a mediano y largo plazo, en vez de elevar significativamente los índices productivos nacionales, creó las condiciones objetivas para el deterioro progresivo de los recursos naturales a nivel nacional, y con ello la dependencia e insostenibilidad de la producción agropecuaria en nuestro país.

Las inversiones extranjeras han jugado un papel dinamizante en el desarrollo tecnológico del país, pues han sido sumamente reducidas. La incidencia externa en la economía nacional ha sido principalmente de penetración comercial. La influencia cultural y las prácticas mercantiles de las potencias industriales han determinado las pautas de consumo de la población y las artesanías y manufactureras nacionales han venido decreciendo para dar lugar a los productos manufacturados en Europa, Estados Unidos y Japón en orden histórico y en magnitud creciente para los dos últimos países mencionados.

Las tecnologías adquiridas y utilizadas por los rubros productivos, han sido seleccionadas principalmente por las facilidades crediticias otorgadas por los países con los que se ha venido realizando el comercio exterior nicaragüense, y no ha sido la lógica micro-económica, ni las disposiciones específicas para el desarrollo tecnológico nacional las que han determinado las adquisiciones de tecnologías, excepto las cartas tecnológicas utilizadas por el sistema de créditos agrícolas la cual en muchos casos se convirtió en camisa de fuerza para la introducción de nuevos métodos (Rayo, O., 1993).

Entre los *factores que han conducido al Inadecuado Proceso de Adopción y Desarrollo de Tecnologías en el país*, podemos mencionar los siguientes:

- . Falta de políticas y regulaciones ambientales para el uso de tecnologías
- . Deficiente planificación intersectorial
- . Falta de sistemas de información modernos que apoyen la gestión gubernamental para el desarrollo del país
- . Presupuesto mal orientado y deficitario

Estos *factores estrechamente vinculados conducen a:*

- . Insuficiente oferta de tecnología local
- . Poca asignación de recursos para investigación y desarrollo
- . Poca aplicación de los resultados de la investigación nacional
- . Poca reproducción y acumulación de capital
- . Baja capacidad y nivel de industrialización
- . Desvinculación entre los procesos de investigación y transferencia de tecnología
- . Deficientes métodos de capacitación, generación y transferencia de tecnología



- . Falta de centros de documentación
- . Poco intercambio y divulgación de información científica y técnica
- . Incoherencias en la estrategia de generación y transferencia de tecnología
- . No correspondencia del sistema educativo nacional con las necesidades del desarrollo sostenible nacional
- . Falta de disposiciones legales en el área de ciencia y técnica
- . Incipiente situación institucional de ciencia y técnica

*Este proceso inadecuado ha repercutido seriamente en la vida económica y social del país y ha provocado serios daños ambientales.*

*Las consecuencias directas que este proceso ha ocasionado son: el poco desarrollo industrial, el uso inadecuado del suelo, la adopción de tecnologías incorrectas y la explotación irracional de nuestros recursos naturales.*

*Los efectos que ha producido el uso inadecuado del suelo son: la baja productividad agrícola y pecuaria, la pérdida de la productividad del suelo, lo que explica la baja producción alimentaria y por ende la alta dependencia de productos importados que agravan aún más, la escasa generación de divisas y la falta de crecimiento económico del país.*

*Entre los efectos que ocasionan la utilización de tecnologías incorrectas y la explotación inadecuada de los recursos naturales podemos mencionar: el avance de la frontera agrícola, la deforestación, la contaminación del suelo, flora, fauna y agua, así como la erosión hídrica y eólica que han provocado la pérdida de la capa fértil de más de 100 mil hectáreas en la llanura del Pacífico.*

*Los procesos de deterioro de los recursos naturales traen como consecuencia la disminución de flora, fauna y fuentes de agua; cambios climáticos y aumento de la contaminación ambiental; lo cual conduce a un desequilibrio ecológico, desertificación y mayores riesgos para la salud de la población.*

Durante la última década el desarrollo tecnológico en Nicaragua atravesó una crisis aguda. En esta crisis influyó la guerra, la situación económica, las medidas de ajuste y reformas económicas implementadas por el gobierno para hacerle frente a la crisis del país, la inestabilidad institucional y de los recursos de personal y la baja prioridad que tuvo la investigación y transferencia dentro del modelo tecnológico promovido por el Estado.

## **10.2.- MARCO CONCEPTUAL**

A continuación se presenta la definición de los *principales conceptos relacionados al proceso de desarrollo de tecnología*.

### **TECNICA**

Conjunto de recursos y procedimientos empleados para el aprovechamiento de los elementos de la naturaleza (energía, materia prima, otros) y sus derivados

### **DESARROLLO**

Incremento de la capacidad para satisfacer las necesidades humanas y mejorar la calidad de vida de los seres humanos

### **DOMINIO TECNICO**

Pericia para manejar los recursos y procedimientos empleados para el aprovechamiento de los elementos de la naturaleza y de sus derivados

### **TECNICAS DE PRODUCCION AGRICOLA**

Transformaciones realizadas en los campos para dirigir o dominar las condiciones naturales, con el fin de alcanzar determinados rendimientos

### **TECNOLOGIA AGROPECUARIA**

Sistematización de los conocimientos y prácticas aplicables a los procesos agropecuarios

**EXPERIENCIA**

Conjunto de conocimientos que se adquieren con la práctica o con el vivir

**CONOCIMIENTO CIENTIFICO**

Conocimiento de las cosas por sus principios y causas. Es generado en forma metódica, sistemática y susceptible de comprobación

**INVESTIGACION**

Trabajo que tiene por objeto el descubrimiento de nuevos conocimientos

**EXPERIMENTAR**

Procedimiento por medio del cual se prueba y examina una cosa o fenómeno. Se fundamenta en la experiencia y se desarrolla con la rigurosidad del método científico

**VALIDACION**

Procedimiento por medio del cual se le da firmeza y fuerza a un conocimiento con el propósito de hacerlo válido para determinadas condiciones

**DIFUSION**

Acción y efecto de extender, divulgar o propagar una información entre un conglomerado poblacional

**TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA**

Fase del proceso de desarrollo tecnológico donde se promueve la utilización de innovaciones tecnológicas por parte de los agricultores con el objetivo de incrementar los niveles de productividad

**ADOPCION DE TECNOLOGIA**

Proceso mediante el cual se esta realizando la utilización de una innovación tecnológica que fue desarrollada para resolver las limitaciones de baja productividad de una zona específica

**ADAPTACION DE TECNOLOGIA**

Proceso mediante el cual se esta promoviendo la utilización de una tecnología que fue desarrollada para condiciones técnicas, económicas y sociales diferentes pero que puede resolver los problemas de baja productividad de una zona específica

**UTILIZACION DE TECNOLOGIA**

Fase final del proceso de desarrollo tecnológico, cuando los agricultores incorporan sostenidamente una tecnología definida dentro del proceso productivo para mejorar los niveles de productividad

**ASISTENCIA TECNICA**

Metodología utilizada para promover la utilización de innovaciones tecnológicas por los productores, se utiliza la intervención de técnicos y profesionales como agentes promotores de cambio

**10.3.- EL PROCESO DE DESARROLLO TECNOLOGICO****10.3.1.- LA TEORIA DIFUSIONISTA**

El progreso técnico es indispensable para el desarrollo de las fuerzas productivas de cualquier sociedad y un buen instrumento creado por el hombre para aprovechar sus potencialidades humanas, a través de la comprensión y pleno dominio de sus relaciones con la naturaleza (Marini, 1977).

Para lograr este objetivo es necesario incrementar la productividad. Pero existen obstáculos que impiden que este objetivo se puede lograr, como es la existencia de un sector tradicional (sector campesino) dentro de la economía que limita el desarrollo del sector moderno; además las condiciones que prevalecen en el sector más atrasado de la economía (escaso capital, bajo nivel de cultura y actitudes tradicionales) inhiben todo esfuerzo de desarrollo. Por lo tanto, el progreso tiene que darse a través de la diseminación de los avances materiales y culturales del sector moderno al tradicional (Weitz, R., 1981)

La teoría difusionista se fundamenta en la corriente de pensamiento anteriormente expuesta y sostiene que un territorio, zona o país, esta más desarrollado que otro porque se fundamenta en una sociedad capitalista abierta y que los territorios, zona o países atrasados, permanecen subdesarrollados porque no son un conjunto abierto y no son lo bastante capitalista. Por lo que el desarrollo y progreso tecnológico se concibe como una difusión centrífuga que parte de los centros desarrollados hacia las zonas atrasadas (Frank, A., 1987).

El proceso de cambio tecnológico no es el único medio para solucionar los problemas del agro, sino que apenas es un componente importante. Los programas de desarrollo tecnológico impulsado por los países desarrollados y diseminados en América Latina, están fundamentados en la teoría difusionista.

En el proceso de adopción de tecnologías se reconocen dos tipos de enfoque:

- Considerar la tecnología como un factor exógeno del sistema económico en su conjunto. Este enfoque concibe la tecnología como un elemento neutro; lo cual representa la versión neoclásica tradicional
- Considerar la tecnología como un factor endógeno el cual esta directamente determinado por la estructura social y económica en la sociedad

Si se considera al proceso tecnológico como un factor endógeno del sistema económico, se admite que el progreso tecnológico es una función del grado de ajuste que exista entre la oferta y demanda de innovaciones tecnológicas.

El avance tecnológico en los países desarrollados se explica porque existe una armonía ajustada entre oferta y demanda. En cambio en los países subdesarrollados existe una desarticulación entre el sector productivo (demandantes) y los organismos generadores (ofertantes) que estaría frenando el progreso técnico.

### 10.3.2.- *MODELOS DE GENERACION Y DIFUSION DE TECNOLOGIA*

Los modelos son una representación esquemática del funcionamiento de un fenómeno, es decir la forma que el diseñador se propone y sigue en la ejecución de una cosa.

En el siguiente modelo simplificado de difusión de tecnología podemos apreciar su carácter lineal

Generación de nuevas ideas o productos por los centros de investigación ————— Difusión por los órganos de asistencia y extensión ————— Adopción por los agricultores

La poca aplicabilidad e inoperancia del esquema investigación-extensión-agricultor para el sector de agricultores de escasos recursos se debe a la falta de una relación estrecha entre estos tres componentes porque:

- . No existe una corriente de recomendaciones prácticas adecuadas a las necesidades de los agricultores; por lo que el servicio de extensión queda rápidamente sin nada que enseñar.
- . La investigación carece de un vínculo estrecho con la extensión y la información obtenida en el terreno, se torna excesivamente académica y sin relación con los problemas reales de los agricultores; lo que conduce a los investigadores a enfocar su trabajo sobre situaciones técnicamente optimas más que a condiciones prácticas. Debido a esto, las recomendaciones que son ofrecidas a los agricultores a menudo son inadecuadas para las necesidades y posibilidades técnicas y financieras de éstos

Entre los *modelos de difusión de tecnología* se destacan los siguientes

Modelo impulsado por la *"Revolución Verde"* sustentado en el uso de tecnologías de capital intensivas y en la teoría económica marginalista que indica el punto óptimo donde se maximiza el ingreso financiero y se minimiza el costo de los insumos

*Sistema BENOR y Sistema Masivo.* Surge como reacción de los promotores de la Revolución Verde frente a los bajos índices de adopción de las tecnologías promovidas, los que señalan que la poca preparación de los campesinos es el factor que conduce a estos a entender las ventajas de la Revolución Verde; y proponen como estrategia la creación de extensionistas para difundir paquetes tecnológicos. El sistema BENOR fué promovido por el Banco Mundial y consistió en apoyar casos modelo con carácter demostrativo

*Sistema Masivo,* desarrollado por los franceses, sugiere que el problema de difusión de tecnología se resuelve aumentando la densidad de extensionistas (*"agentes de cambio"*), por área o número de productores

Aportes realizados por Everet Rogers al incluir factores psicológicos o de personalidad, sociológicos o de situación comunitaria y comunicaciones, como elementos claves del proceso de difusión y adopción de tecnología

Enfoque *"Investigación y Desarrollo"* inspirado en una corriente de pensamiento desarrollada con relativo éxito en la industria francesa y posteriormente extrapolada al campo agropecuario que busca vincular las funciones de investigación y desarrollo

Enfoque *Integrated Farming Systems*, que concibe la unidad de producción como un sistema integrado y destaca las interrelaciones entre los componentes del mismo

Metodología de *Investigación en Finca*, inspirada en el enfoque Integrated Farming Systems, desarrollado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) a partir de 1973, con el propósito de desarrollar un método de evaluación en finca, previo a la difusión de una tecnología en desarrollo, bajo manejo directo del agricultor y la observación conjunta de investigadores y extensionistas

Enfoque "*Farmer to Farmer*", fundamentado en un esquema de cooperación horizontal entre agricultores

Concepto de *Agricultura "Regenerativa" u "Orgánica"*, aunque no es propiamente un modelo de difusión tecnológica, es una corriente de pensamiento vinculada a movimientos ambientalistas que promueve prácticas conservacionistas a través de la movilización y participación de la sociedad rural y urbana

### 10.3.3.- ENFOQUES DE DESARROLLO DE TECNOLOGIA

Existen *tres enfoques* de desarrollo de tecnologías, estos son:

#### 10.3.3.1.- DESARROLLO DE TECNOLOGIAS NATIVAS (DTN)

Un *gran número de innovaciones en la práctica de la agricultura han tenido lugar sin la intervención de agentes externos*. Braidwood (1967) se refiere a la "*atmósfera de experimentación*" que ha caracterizado hasta al hombre que sembraba en la era neolítica desde los tiempos más remotos de la agricultura.

En el Desarrollo de Tecnología Nativa, los *campesinos tienen completo control de lo que pasa con y en su finca*. Todas las decisiones están en sus manos, ellos deciden sobre que aspectos su sistema necesita mejoras, que nuevas alternativas pueden tomar o no implementar.



## 10.3.3.2.- TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA (TDT)

En los tiempos modernos surgen los institutos especializados en aspectos tecnológicos de la agricultura y sus procesos de desarrollo con investigación y extensión. En los *Institutos de Investigación se desarrollaron las innovaciones para luego transferirse a los campesinos a través del servicio de extensionistas, los campesinos sólo tenían que adoptar las innovaciones. En este modelo se le quitó acceso al campesino a la toma de decisiones.*

Según Merrill, D. (1986) entre las *desventajas* que presenta el *enfoque TDT*, menciona las siguientes:

En muchos casos la tasa real de adopción de las innovaciones desarrolladas por las institutos de investigación ha sido relativamente baja, especialmente en las áreas pobres de alto riesgo donde hay una gran diversidad de sistemas agrícolas; debido a que las condiciones reales de los campesinos son muy diferentes a las de la estación de investigación, los objetivos reales de los agricultores y los factores socioeconómicos no fueron considerados

Cada vez existe mayor conciencia de que el proceso de modernización de la agricultura, de la cual la TDT es una herramienta importante, no ha tenido éxito en la promoción de sistemas agrícolas sostenidos. El aumento de problemas agro-ecológicos, la disminución de la fertilidad de la tierra, la erosión, la salinización y la diseminación de plagas y pestes han sido causadas en parte por la orientación parcializada hacia el máximo rendimiento del modelo (Reijntjes, et. al, 1992). La alta dependencia de insumos externos costosos ha conducido a muchos campesinos a endeudarse sin remedio, para terminar dependiendo del crédito

## 10.3.3.3.- DESARROLLO PARTICIPATIVO DE TECNOLOGIA (DPT)

Como una reacción a los problemas ocasionados por el enfoque de la Transferencia de Tecnología, una tercera perspectiva esta cobrando importancia, la cual *resalta el rol central que el campesino juega en el desarrollo de tecnologías; esto solamente puede ser complementado con investigaciones formales; este es el tan mentado enfoque de "Desarrollo Participativo de Tecnologías", que como término genérico indica una colección de métodos y perspectivas.*

En el *enfoque DPT se aspira a que la toma de decisiones nuevamente sea del campesino. La contribución externa a la toma de decisiones debe ser abierta y en igualdad de términos.*

En el siguiente cuadro se resumen las principales características de estos tres enfoques antes mencionados

<i>Criterio</i>	<i>Desarrollo de Tecnología Nativa DTN</i>	<i>Transferencia de Tecnología TDT</i>	<i>Desarrollo Participativo de Tecnología DPT</i>
<i>Objetivos</i>	Reducir el riesgo de vida segura	Incrementar la producción	Administración por los campesinos
<i>Fuente de Innovaciones</i>	Campesinos	Organismos de investigación	Organismos de investigación complementan a los campesinos
<i>Naturaleza del Conocimiento</i>	Holístico	Particularista	Tensión creativa entre holístico y particularismo
<i>Enfoque Experimental</i>	Ampliamente desconocido	Procedimientos científicos	Simple procedimientos científicos complementan métodos campesinos
<i>Canal de Comunicación y Conocimiento</i>	De campesino a campesino	Servicio de extensionista	Sistema múltiples: campesinos, ONG's, extensionistas etc
<i>Proceso de Comunicación</i>	Informal, horizontal	Formal, vertical de arriba hacia abajo	Semi-formal
<i>Rol de los Campesinos</i>	Generador de conocimiento, usuario, comunicador	Recibir y adoptar	Generador, comunicador, evaluador de ideas externas, usuario
<i>Rol de los Promotores de campo</i>	Ninguno	Maestro, control de los requisitos	Múltiple: moderador, especialista, co-investigador, maestro

Del cuadro anterior podemos concluir de que el enfoque DPT, como una reacción a TDT, no implica reemplazar la base de la investigación, sino por el contrario, complementarla.

Comparando el TDT con el enfoque DPT, este último aspira a incrementar la experimentación campesina por medio de un diálogo creativo entre el agente externo (promotor) y el campesino. Por lo que es importante crear puentes entre el conocimiento de los campesinos que es holístico por naturaleza y se basa en la comunicación metafórica dentro de la sociedad y el propio conocimiento científico, en el que los informes científicos tienen un rol importante (Salas y Scheuermeier, 1989).

Los diversos enfoques de generación y difusión de tecnología justifican su existencia en la medida que sus esfuerzos resuelven necesidades concretas de los productores. El reto consiste en crear y difundir tecnologías que inmediatamente puedan ser incorporadas al sector productivo.

#### 10.4.- TIPOS DE TECNOLOGIAS

Los adelantos tecnológicos y las innovaciones aplicadas al proceso productivo (en forma de insumos, medios de producción o sistemas de explotación), permiten un incremento de la productividad en cualquiera de los factores del proceso productivo.

Las innovaciones favorecen la generación de un excedente en la producción en relación a las fincas que no incorporan estos adelantos, este excedente produce un beneficio que puede ser apropiado por los generadores de tecnología. La facilidad con que ese beneficio puede ser apropiado no es la misma para todos los tipos de adelantos tecnológicos definidos.

Los diferentes tipos de tecnología apuntan a solucionar aspectos específicos del proceso productivo; por ejemplo las tecnologías químicas están orientadas a lograr un aumento de la productividad por hectárea y aumento de la fuerza de trabajo.

Cada tipo de tecnología tiene sus efectos y supone ciertas decisiones previas en función del costo relativo de los recursos en la economía del país y de la disponibilidad de recursos de la unidad de producción en un territorio específico.

Por lo anteriormente expuesto los pequeños productores estarán propensos a adoptar tecnologías que no impliquen aumentos en los costos de producción, debido a que no tienen acceso a fuentes de financiamiento y por su mayor temor al riesgo.

Otro aspecto que se debe considerar al tomar decisiones sobre el uso de los diferentes tipos de tecnología es la facilidad con que estas pueden ser producidas o reproducidas a nivel de fincas por los productores.

Se considera que las tecnologías con más posibilidades de adopción por los beneficios netos que de ellas se derivan son aquellas que ofrecen soluciones genéticas (tolerancia o resistencia a factores bióticos y abióticos) y de manejo.

Según su aplicación y la naturaleza del proceso investigativo que les dió origen, las innovaciones tecnológicas pueden clasificarse de esta manera: (PAT, 1983)

#### 10.4.1.- TECNOLOGIAS DE MANEJO O DE TIPO CULTURAL

Comprenden el conjunto de prácticas culturales como técnicas de labranza, siembra, mantenimiento y recolección de cultivos, manejo de pastos, manejo de hato ganadero etc.

Este tipo de tecnologías son las más utilizadas por el sector campesino, porque no requieren de mayores inversiones, generan beneficios inmediatos en la productividad de la tierra y tienden a mejorar la relación trabajo-producto, al incrementar las unidades de trabajo por unidad producida.

Además mejoran la forma de llevar adelante el proceso productivo, ya no requieren de mayor capital para su adopción, no son ahorradoras de mano de obra y presentan un mayor grado de dificultad para la apropiación del beneficio producido por su aplicación.

Pueden ser reproducidas a nivel de finca y conviene combinarlas con otro tipo de tecnología ya que su avance es limitado.

#### 10.4.2.- TECNOLOGIAS BIOLOGICAS

Dentro de este tipo de tecnologías se destacan las semillas de variedades mejoradas, la inseminación artificial, la lucha biológica contra plagas, las nuevas razas de ganado, las vacunas.

Estas tecnologías no modifican la intensidad de uso de la fuerza de trabajo, necesitan contar con un capital circulante para su introducción, no tienen efectos negativos sobre la mano de obra e incluso en algunos casos pueden aumentar la utilización de fuerza de trabajo y ofrecen mejores posibilidades de apropiación por parte de los agricultores, pudiendo incluso reproducirlas a nivel de finca.

El beneficio producido por este tipo de tecnologías es más difícil de ser apropiado.

#### 10.4.3.- TECNOLOGIAS QUIMICAS

Son componentes de este tipo de tecnologías los fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas, medicamentos.

Este tipo de tecnología tiende a incrementar las relaciones capital-tierra y trabajo-tierra; asimismo contribuyen a incrementar los rendimientos por unidad de superficie, implican una mayor intensidad en el uso de capital y presentan una mayor facilidad en la apropiación de los beneficios originados por ellas a través de la venta de insumos.

#### 10.4.4.- TECNOLOGIAS MECANICAS

Este grupo de tecnologías comprenden el uso de maquinarias, equipos e implementos agrícolas. Estas tienden a sustituir mano de obra y a intensificar el uso de capital por unidad de producto.

Son las de más difícil acceso por su costo, su utilización en la producción campesina es altamente limitada por las condiciones en que se realiza (pequeñas fincas y laderas); implican fuertes requerimientos de capital y presentan mayor facilidad en la apropiación de los beneficios originados por ellas a través de la venta de instrumentos de producción.

### 10.5.- ANTECEDENTES DEL PROCESO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO EN EL SECTOR AGROPECUARIO NICARAGUENSE

El desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología en Nicaragua ha sido pautado por sus orígenes Maya-Nahualt, la herencia de la conquista española y la influencia económica, tecnológica y militar de los Estados Unidos.

Nicaragua es un país típicamente periférico y pertenece al grupo de los más pequeños y subdesarrollados de América Latina. Su economía es eminentemente agrícola y ha sido controlada por las pocas familias tradicionalmente ricas y las empresas transnacionales. La transculturización ha influenciado el proceso de asimilación y creación de tecnología y la ciencia, de similar manera como ha ocurrido en otros países centroamericanos.

En nuestro país, las actividades agropecuarias y forestales han constituido y continúan constituyendo la principal fuente generadora de riqueza. Por consiguiente su evolución determina las condiciones de bienestar alcanzado en la sociedad nicaragüense en general. La alta disponibilidad relativa de recursos naturales, variados y abundantes, conforman la base para que el sector agropecuario y forestal se constituyan en el eje dinámico de la reactivación económica del país.

En Nicaragua existen una diversidad de sistemas tecnológicos que han estado relacionados directamente con determinado tipo de producción. Son sistemas que van desde una tecnología tradicional en la que se hace uso del espeque y sistemas de roza y quema, hasta el uso de tecnologías modernas como sistemas de riego a través de pivotes centrales.

Entre los diferentes tipos de sistemas tecnológicos que se han utilizado en Nicaragua en la agricultura, podemos mencionar los siguientes:

#### TECNOLOGIA TRADICIONAL (TT)

Caracterizada por prácticas simples de limpieza manual del terreno, siembra al espeque, uso de semillas no mejoradas, practicada en tierras de baja calidad y generalmente accidentadas

*TECNOLOGIA INTERMEDIA (TI)*

Caracterizada por prácticas tradicionales de limpieza manual de cultivo y terrenos de mediana a alta calidad y el uso de tracción animal, complementadas con el uso de fertilizantes, pesticidas y en algunos casos semillas mejoradas

*TECNOLOGIA TECNIFICADA DE SECANO (TTS)*

Comprende prácticas intensivas que usan maquinaria, aplican agroquímicos y semillas mejoradas a cultivos sembrados en tierras de alta calidad

*TECNOLOGIA TECNIFICADA DE RIEGO (TTR)*

Además de los componentes que caracterizan a la Tecnología Tecnificada de Secano, utiliza el riego

*La tecnología tradicional y la intermedia son las que han predominado en el agro nicaragüense, y han estado relacionadas con la producción campesina de consumo interno, especialmente maíz, frijol y sorgomillón. Dentro de este grupo se ubica también la producción campesina de ajonjolí.*

*La tecnología más moderna esta vinculada a los cultivos de exportación como el algodón y caña de azúcar y a los productos de consumo interno como el arroz y el sorgo industrial.*

Junto con la producción de maíz, frijol y ajonjolí, el rubro más afectado por el estancamiento del desarrollo tecnológico es la ganadería mayor. Históricamente esta ganadería, en su fase primaria no fue objeto de un fuerte proceso inversionista, debido a las características socio-económicas de los diferentes sectores ganaderos.

Por un lado, las actividades de engorde estan controladas por un sector latifundista que aprovecha las condiciones naturales del país, las amplias extensiones de tierra y las condiciones agroecológicas generalmente favorables para dicha actividad, para poder obtener un ingreso suficiente y un prestigio social, sin tener que preocuparse por los problemas de productividad o meterse directamente en las tareas de producción.

Por otro lado, existe un amplio sector de pequeños y medianos ganaderos (con un 73% del hato según censo de 1973), dedicados a la ganadería de doble propósito, donde las líneas productivas se centraban en la cría de terneros y la producción de leche. Los bajos niveles de productividad que caracterizan a este sector han sido producto de diversos mecanismos de explotación frente a los grandes latifundistas/repastadores y los intermediarios acopiadores de ganado de pie y de leche, así como la falta de acceso a determinados recursos: tierra, crédito, asistencia técnica, infraestructura etc.

*La historia de la extensión agrícola en Nicaragua data de 1935, con la creación del Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua (STAN), instancia creada con el apoyo de Estados Unidos.*

A inicios de los años 50 se estableció un nuevo programa de colaboración técnica con Estados Unidos de América, lo que permitió extender el trabajo del STAN. El *Departamento de Extensión y el de Educación Vocacional, vinculado a la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería (ENAG), fueron las primeras instancias del país en brindar servicios de capacitación agropecuaria* (Berrios, 1992).

Al desaparecer el STAN debido a la conclusión del convenio que lo creaba, el servicio de extensión agrícola paso a ser un organismo independiente del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). En 1966 cambio su nombre por el de Servicio de Consulta y Capacitación Agropecuaria.

En el *período 1960-1979 el sector público agropecuario fue objeto de diversas reestructuraciones, creándose nuevas instituciones como el Instituto de Bienestar Campesino (INVIERNO) y el Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria (INTA), entre otras. Durante este proceso, el Servicio de Consulta y Capacitación Agropecuaria se transformó en la Dirección de Divulgación Tecnológica del INTA.*

Desde 1975, las instituciones responsables de funciones tecnológicas han sido reestructuradas prácticamente cada dos años. Por lo general los cambios no han tenido el efecto deseado y por el contrario han generado incertidumbre, monopolización del tiempo de los directivos y han dificultado la continuidad en el trabajo.



En general se otorgó una prioridad relativamente baja a la investigación, el pensamiento predominante era que se podía importar tecnología sin adaptación a las condiciones locales.

Dada la baja prioridad que tenía la investigación para el Estado, la mayoría de las actividades en este campo respondieron a los intereses de los diferentes donantes. En algunos casos esto permitió realizar trabajos de cierta localización. Pero generalmente estos trabajos dependieron mucho de profesionales extranjeros que no formaron parte de un sistema coherente de investigación. Además, tuvieron poca coordinación entre sí.

Por consiguiente, el impacto alcanzado en transferencia de tecnología fué prácticamente mínimo y sus resultados desaparecieron rápidamente después de la finalización de cada proyecto.

Las primeras experiencias de experimentación-validación de tecnología en finca de agricultores se iniciaron en la década de los años setenta.

La metodología utilizada, en la mayoría de los casos, se ha iniciado con la elaboración de un diagnóstico del área tratando de establecer o identificar los factores limitantes de la producción.

La validación de tecnología ha sido responsabilidad de los equipos de investigación-validación en conjunto con los agentes de extensión. Se han realizado muy poca o ninguna prueba de validación propiamente dicha, los esfuerzos más bien corresponden a demostraciones y ensayos aislados para probar tecnología en finca de agricultores. La información relacionada con estas actividades generalmente no se documenta y en los pocos casos en que se publica, se difunde en memorias anuales, atrasadas en el tiempo e inaccesibles para los usuarios.

La mayoría de las validaciones y ensayos realizados han carecido de una Hipótesis, lo que constituye el fundamento de cualquier proceso de investigación y validación. En los casos en que se establecieron hipótesis se hizo con el objetivo de justificar las tecnologías en cualquiera de sus fases, ya sea de investigación o validación.

El impacto de los esfuerzos en validación se han visto limitados por la elección del tipo de beneficiario. Generalmente, los beneficiarios seleccionados, han sido principalmente productores con mayor acceso a recursos, especialmente de tierra y capital.

El marco institucional en el que se han desarrollado las acciones de desarrollo tecnológico en general y de validación en particular, han sido sumamente frágil particularmente por la inestabilidad de las entidades del sector público.

Para administrar la investigación se han creado diversos organismos: DGTA, DGIE, INTA. Sin embargo, esta función ha sufrido toda clase de reestructuraciones y ha terminado por fraccionarse en los diferentes organismos del agro, sin que haya existido algo en común entre los diversos grupos.

El rasgo general ha sido la falta de continuidad, muchos ensayos y validaciones no se han concluido debido a que no se efectuaron los análisis correspondientes o no se documentaron los resultados. Al final, no son utilizados para derivar recomendaciones.

La parte correspondiente a documentación y manejo de la información ha decaído progresivamente. Muchos de los ensayos se programaron sin revisión bibliográfica. Los centros experimentales sufrieron un deterioro generalizado en cuanto a personal, instalaciones, material bibliográfico, entre otros.

Pese a lo anterior, se han producido algunos avances en la metodología para definir problemas de investigación y el proceso para la participación de los productores en la generación de tecnología.

Solo existen dos centros especializados en materia de información científico-técnica en el país, estos son: el Centro Nicaragüense de Información Tecnológica (CENIT), fundado en 1974, con orientación hacia la industria y el Centro Nicaragüense de Información Agropecuaria (CENIDA).

Las actividades relacionadas con la publicación y divulgación de resultados sobre investigación agropecuaria son escasos, el único evento regular identificado es el Congreso sobre Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, organizado anualmente por la UNA, el cual en 1993 incorporó los aspectos ambientales como línea de acción.

En la transferencia de tecnología, predomina como método la visita a fincas, los planes y metas se establecen en base al número de agricultores visitados y no por el avance en adopción de tecnologías o mejoramiento en los niveles de productividad de las unidades productivas o de la zona de influencia.

La transferencia de tecnología ha sido un prolongado problema, a pesar de las diferentes políticas gubernamentales aplicadas, de la adecuación de los distintos servicios dependientes del Ministerio de Agricultura y Ganadería para ejecutar dichas políticas y de los cambios profundos en la tenencia de la tierra.

La característica general de los servicios de transferencia de tecnología y extensión rural han sido la poca experiencia del personal técnico, la escasa motivación y medios para trabajar, sin claridad y objetivos y carentes de programas definidos de extensión y muchas veces dedicados a labores ajenas a sus funciones específicas.

Los esfuerzos nacionales para establecer instituciones de extensión agrícola no lograron ni la seguridad de permanencia institucional, ni tampoco el impacto en la producción agrícola. El proceso de institucionalización del programa de extensión falló principalmente debido a que la actividad de extensión fue deformada por una peculiar temática de "servicios diversos".

A los agentes de extensión se les asignó una función que les estimuló a concentrarse más en aspectos metodológicos y tareas asistencialistas que en los resultados de su trabajo.

La década de los ochenta registro una sucesiva reorganización institucional orientada a crear un Sistema Nacional de Generación y Transferencia de Tecnología con fuerte inversión estatal a través del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA).

Durante esa época se hicieron importantes esfuerzos para promover el enfoque de investigación en finca de agricultores. Se desarrollaron algunas experiencias interesantes en este sentido en el Programa de Asistencia Técnica (PAT) de la Dirección General de Reforma Agraria (MIDINRA), los diagnósticos sobre sistemas de producción promovidos por PROMECAFE, los trabajos de los proyectos PRONORTE y CHINORTE en zonas secas del país, los estudios en sistemas de producción del CATIE y PRODESA, las experiencias en agricultura regenerativa de CARE y el Programa Campesino a Campesino de la UNAG, las fincas de referencia de la DGTA, entre otros.

Sin embargo, sigue haciendo falta institucionalizar las metodologías de investigación en sistemas de producción y en fincas de productores. En algunos de estos casos se han logrado resultados interesantes en cuanto a participación de los productores, coordinación interinstitucional, preocupación por generar y validar tecnología, dinamismo local y competencia profesional.

El inicio de la década de los noventa se caracteriza por la drástica reorganización institucional y reducción de los servicios públicos de generación y transferencia de tecnología en el marco del programa de ajuste estructural y privatización de la economía.

Durante todas las épocas descritas anteriormente, las tareas de los servicios de extensión y transferencia de tecnología consistían en suministrar ayuda técnica a los campesinos.

Las principales actividades se orientaban fundamentalmente hacia la organización de días de campo, la planeación del crédito, reuniones y cursos de capacitación para los agricultores.

La diversidad de recursos invertidos, enfoques, estrategias y métodos empleados para difundir tecnologías, no han dado resultados satisfactorios en términos del incremento de la producción, la conservación de los recursos naturales y la redistribución de ingresos en favor de los pequeños productores (IICA, 1990).

Existe un número limitado de experiencias microlocalizadas que han sido desarrolladas principalmente por entidades no gubernamentales con resultados promisorios que expresan un potencial que puede ser aprovechado si se extiende su cobertura y beneficios a otros territorios y mayor número de familias rurales.

La cobertura de asistencia técnica hacia el sector campesino es muy limitada pues los técnicos son pocos, con bajos salarios y escasos medios de operación, aún cuando existe entre los extensionistas conciencia de los daños ambientales, estos cuentan con muy poca preparación y medios para incidir significativamente en su solución.

En la actualidad, a pesar de la drástica reducción de los servicios de transferencia producto de las políticas de ajuste, existen en Nicaragua varios servicios de transferencia de tecnología a cargo de diversas organizaciones pertenecientes al sector público (INTA, MAG, MARENA, INRA, Bancos) así como de organismos privados (Organizaciones No Gubernamentales, Organizaciones gremiales y económicas, Bancos, Universidades, otras).

Dada la crisis fiscal del Estado, para el futuro previsible no será posible mantener un cuerpo estatal de técnicos numerosos ni con medios adecuados para trabajar, ni salarios que les motive.

Según Rayo, O. (1993) la *actividad científica en Nicaragua es deficiente*. Los centros de investigación cuentan con poco personal y por lo general de calificación limitada. En 1985 el inventario realizado del potencial científico nacional, indicó que se realizaron investigaciones en 66 instituciones distintas, involucrando a 650 investigadores, 250 asistentes de investigación y 941 técnicos de campo. Del número total de proyectos el 73% estaban ligados al sector agropecuario, el 11.5% al sector industrial y el 11.5 al sector terciario.

En síntesis podemos afirmar que *el modelo de generación de tecnología en nuestro país ha sido un factor que explica la falta de sostenibilidad de la agricultura actualmente*.

El patrón de generación de tecnología se explica, en gran parte, por los grupos que controlaban las investigaciones y por supuesto, los que las realizaron.

Fueron los empresarios y los comerciantes o los grupos de productores, los planificadores, quienes determinaron los objetivos de la investigación, especialmente la producción y la rentabilidad en el corto plazo, que debía ser lograda a través de la reducción de los costos y de la mano de obra.

Se implantó entonces, la Investigación de tipo Adaptivo, "copiado" de modelos del Norte, realizada fundamentalmente por agrónomos, con una tendencia marcada hacia la producción y la especialización, siguió por tanto un "enfoque reduccionista, el cual enfatizó un elemento del sistema aislando todos los demás. La perfección de los resultados prevaleció a menudo sobre la aplicabilidad de los resultados.

El modelo de desarrollo que ha prevalecido en Nicaragua durante cuatro décadas (desde 1950) hizo un uso indiscriminado de los recursos naturales, que financiaron con su deterioro parte del crecimiento económico del país hasta finales de la década de los setenta. La década de los ochenta ha sido señalada por muchos analistas como la década perdida para América Latina en materia de desarrollo económico y Nicaragua no fué la excepción.

La situación social y ambiental que vive nuestro país, exige la urgente adopción y ejecución de una Estrategia Nacional de Desarrollo, que proponga soluciones integrales y viables para resolver los actuales problemas sociales y ambientales del país. Esta estrategia debe emprender una nueva forma de movilización del potencial natural del país, en función de elevar el nivel y calidad de vida de la población y ampliar las posibilidades para el desarrollo nacional en una perspectiva de mediano y largo plazo.

Esta estrategia tiene que estar basada en un Desarrollo Sostenible que sea capaz de utilizar los recursos naturales para satisfacer las necesidades esenciales de la población, de esta generación y de las futuras, conservando la capacidad de reproducción de la base natural.

Para lograr constituir un modelo de Desarrollo Sostenible en Nicaragua, el Estado, las distintas organizaciones políticas y sociales del país y la población en general deben fijarse objetivos alcanzables en el mediano y largo plazo, que fijen el rumbo a seguir por la sociedad nicaragüense. Estos objetivos deben traducirse en una serie de lineamientos estratégicos, de políticas y decisiones o acciones estratégicas prioritarias en el corto plazo, coordinadas de tal forma que conformen programas y subprogramas de desarrollo en los diferentes sectores de intervención. Por otra parte, esta visión de largo plazo, por su naturaleza integral y transectorial debe tener una expresión territorial concreta, en proyectos de conservación y desarrollo.

A continuación se presentan las principales experiencias documentadas que existen en el país sobre experimentación y validación de tecnología en fincas de agricultores:

- Proyecto de Sistemas de Cultivo para Pequeños Agricultores, ROCAP-CATIE-MAG, 1975. Realizó diagnóstico de las prácticas tradicionales de pequeños productores en San Ramón y la Trinidad. Desarrolló fases de experimentación y validación
- Programa de Investigación Adaptada al Pequeño Productor (PIAPA), convenio INVIERNO-CATIE-INTA, 1976-79. Orientado al desarrollo de paquetes tecnológicos para pequeños agricultores en las regiones del interior norte del país. Incluye fases de evaluación de tecnología mejorada en fincas de agricultores
- Proyecto Sistemas de Producción para Pequeños Agricultores, CATIE-ROCAP-MAG, 1975-79, Matagalpa y Estelí. Experimentación y validación sobre sistemas de granos básicos como maíz-frijol en relevo y frijol-sorgo en asocio
- Proyecto Sistemas de Producción para Fincas Pequeñas, CATIE-MAG, 1979-81. Continuación y ampliación del anterior. Incluye tomate como un nuevo componente del sistema de producción. Añade dos nuevos componentes a la metodología: extrapolación y transferencia de tecnología

Proyecto Sistemas de Cultivo de Nicaragua. CATIE-CIID-MAG, 1979-81. Diagnóstico (encuesta) en zonas secas de Estelí, La Trinidad, Pueblo Nuevo, Condega, San Juan de Limay. Experimentó y validó sistemas de producción con maíz, millón, sorgo y frijol

Proyecto Sistemas de Cultivos para Agricultores de Escasos Recursos en Nicaragua, 1981-83. Continuación del anterior, introduce cultivos no tradicionales en sistemas: caupí, yuca, ajonjolí, henequén, linaza

Proyecto Sistemas de Finca en Centroamérica, CATIE-GTZ-MIDINRA, 1981-82. Estudio (encuesta) sobre sistemas de producción en tres comunidades de Jinotega, para conocer sus métodos de producción y condiciones generales de vida y luego diseñó, experimentó y validó nuevas tecnologías

Proyecto Investigación para el Desarrollo de Tecnología Agrícola en Areas Específicas, CATIE-FIDA-MIDINRA, 1982-84. Investigación de apoyo con equipo técnico multidisciplinario (prototipo); introducción y evaluación de germoplasma adaptado a condiciones semiáridas de Estelí

Proyecto Piloto para Desarrollo Rural, CATIE-CEE-MIDINRA, 1982-84, Estelí. Efectuó validación de las tecnologías de producción en sistemas maíz-frijol y frijol-sorgo-frijol

Programa de Asistencia Técnica (PAT), MIDINRA, 1982-1985. Desarrollo de tecnologías en áreas específicas, a través del sistema de Areas de Desarrollo Tecnológico, que comprende: Areas de Experimentación Tecnológica (AET), Areas de Validación (AVT) y Areas de Difusión (ADT). En 1982-83 ejecuta 100 AVT en las regiones productoras de granos del país, con los temas variedades mejoradas, fertilización, trojas de secado y tracción animal. También trabajó en validación y difusión de especies de pastos y alimentación animal

Proyecto de Desarrollo Agrícola, FAO-MIDINRA, 1982-83. Impulsó la validación de tecnología, concebida como medio de capacitación para aumentar la productividad



Proyecto Aumento de la Producción a través del Uso de Fertilizantes y Otros Insumos, FAO-MIDINRA-MAG, 1984-88, 1989-91 y 1992-93. Trabajó en cuatro regiones del país (I, II, IV y VI), en las fases de investigación, validación, demostración y transferencia sobre uso de fertilizantes químicos; abonos verdes y orgánicos. Énfasis en granos básicos

Proyecto de Extensión Agrícola, FINNIDA-MIDINRA, 1989-91 y posteriormente, proyecto PRODETEC: apoyo a la generación y transferencia de tecnología agropecuaria en Nicaragua, FINNIDA-MAG, 1992-95. Es sucesor de la experiencia del PAT, se concentra en la Región IV y luego se extiende a la Región III

Proyecto Sistema de Generación y Difusión de Tecnología para el Desarrollo Agrícola de Nicaragua, FAO-MIDINRA, 1988-92. Partiendo de diagnósticos tecnológicos se impulsó amplia red de parcelas de experimentación y validación en fincas de agricultores, para estudiar el comportamiento varietal y las técnicas de manejo agronómico de granos básicos y ajonjolí en las Regiones II, IV y VI

Proyecto CHINORTE, COSUDE--MIDINRA, 1983-1993. Programa de experimentación y validación (en fincas) y extensión, utilizando los pasos metodológicos del CIMMYT, en zonas secas de pendiente y énfasis en granos

Proyecto de Desarrollo Rural Integral, PRONORTE, FIDA-BCIE-CATIE-MIDINRA, 1981-1993. Desarrolló componente de experimentación, validación, unidades de producción de referencia y extensión zonas secas de la Región I

Programa Campesino a Campesino, UNAG, 1987-1993. Capacitación, demostración, experimentación campesina en temas de agricultura regenerativa. Experiencia principal en control de erosión en Santa Lucía, Boaco

Programa de Asistencia Técnica Integral, CARE-MIDINRA, 1989-1993. Enfoque Integrated Farming Systems, actividades de capacitación, validación y demostración en temas de agricultura regenerativa, Región VI

Proyecto de Desarrollo de la Cuenca de San Dionisio, PRODESA, 1986-1993. Enfoque Investigación-Desarrollo. Diagnósticos socio-económicos y agronómicos, experimentación con los productores y difusión de tecnología en granos, tomate, post-cosecha, ganadería

Proyecto Manejo Integrado de Plagas, NORAD-ASDI-CATIE-MAG, 1989-95. Experimentación y validación sobre métodos de control de plagas en sistemas de cultivos seleccionados y algunas plagas prioritarias

Programa del Centro para la Investigación, Promoción y el Desarrollo Rural y Social, CIPRES, Río San Juan, 1992-1993. Validación de frijol abono para reducir migratoriedad de agricultura. Enfoque de *"experimentadores campesinos"*

Programa de Unidades de Producción de Referencia (UPR), MIDINRA, 1989-1990. Red de fincas de referencia principalmente ganaderas

Programa de Representantes Agropecuarios, MAG, 1991-93. Utiliza como métodos de extensión las Areas de Validación y Areas de Difusión de Tecnología

Programa Integrado de Desarrollo Rural de la Región V (PIDER), FINNIDA-MAG, 1989-93. Trabajó con Unidades de Producción de Referencia (UPR), en zonas ganaderas

Programa de Desarrollo Nueva Guinea, PRODES, 1992-94, MAG-HOLANDA. Validación en cultivos del trópico húmedo y ganadería

Proyecto de Desarrollo para la Cuenca Lechera Santo Tomás/Santo Domingo/La Gateada, NOVIE-ASODEREV, 1989-93. Red de 9 Fincas de Referencia para demostración de tecnología en pastos, sanidad, alimentación de verano, razas

Proyecto Piloto Piquín Guerrero, faldas volcán San Cristobal-Casitas, UICN-IRENA, 1987-93. Experimentación, demostraciones en Conservación de Suelos

Proyecto de Tecnología Sostenible para Pequeños Productores Rurales, Esteli, FIDER-CRS, 1993-1994. Validación de métodos de producción de semilla mejorada de frijol, labranza de conservación, adaptabilidad del ovino pelibuey y leguminosas de cobertura en asocio.

**CAPITULO XI**

**HERRAMIENTAS METODOLOGICAS**

**PARA DIAGNOSTICO Y**

**PLANIFICACION**

### 11.1.- GENERALIDADES

Los proyectos de desarrollo rural se planifican y se implementan dentro de un contexto complejo. Las experiencias internacionales demuestran que el impacto real de los proyectos muchas veces es limitado y además, la situación de la población rural no mejora de acuerdo con los recursos y los insumos que entran a los proyectos.

Por lo tanto, la situación actual a nivel global requiere de un mejor diseño de los proyectos para optimizar el uso de los limitados recursos disponibles en las actividades de desarrollo.

*Las Instituciones del Estado, las organizaciones privadas y los proyectos que quieren aportar al desarrollo rural o al manejo apropiado de los recursos de una zona, tienden a planificar sus actividades sobre conocimientos de la situación y problemática de esta zona.*

*La planificación de un proyecto es basada en la información sobre la situación de los llamados "Grupos Meta" o Beneficiarios. Se acostumbra elaborar los planes a nivel de gabinete, en las ciudades y casi siempre son elaborados por hombres.*

*Tradicionalmente esta información se obtiene mediante estudios formales utilizando técnicas como:*

- . Estudios Sectoriales ejecutados individualmente por especialistas en suelo, hidrología o vegetación
- . Análisis socio-económico utilizando encuestas formales con formatos pre-establecidos, a un número elevado de entrevistados para obtener resultados estadísticamente válidos

*Según McCracken, 1988 los estudios tradicionales presentan todas o algunas de las siguientes características:*

- . Estructura fija y formal
- . Ambito a menudo reducido y especializado
- . Integración sobre las diferentes disciplinas muy débil

- . Sentido de arriba hacia abajo
- . Participación de los beneficiarios bien limitada
- . Costo elevado comparado al resultado concreto
- . Publicación de los resultados y recomendaciones muy tardía

*Si deseamos planificar un buen proyecto, es indispensable disponer de mejores investigaciones que nos den la información apropiada para la elaboración del plan.*

## 11.2.- *EL DIAGNOSTICO RAPIDO PARTICIPATIVO (DRP)*

### 11.2.1.- *DEFINICION*

*El DRP es un metodología de investigación establecida en los últimos años cuyo enfoque participativo hacia los habitantes que viven o trabajan en el área de estudio, se ha mostrado muy apropiado a fin de obtener información para la planificación e implementación de programas y proyectos de desarrollo.*

*Por lo tanto, la planificación que hace uso de este tipo de información debe resultar en programas y proyectos con un gran potencial para lograr un impacto adecuado.*

A continuación se presentan algunas definiciones del concepto de *DRP*:

- . Actividad semi-estructurada, realizada por un equipo interdisciplinario en el campo (o en la ciudad) y diseñado para obtener información oportuna e hipótesis sobre la supervivencia rural (y urbana) (Rieetbergen-McCraken, 1991)
- . Metodología flexible, aplicando una caja de instrumentos puestos a disposición de un grupo interdisciplinario, dispuestos a trabajar con una actitud de aprendizaje para encontrar de una manera participativa y en tiempo oportuno soluciones apropiadas a los problemas de la población involucrada (Tomado de Wespi, 1995)
- . Es una metodología, una luz a una comunidad orientada al desarrollo rural y les habilita para participar en la preparación e implementación de planes de manejo de los recursos de la comarca

El *DRP* asume que el "*Desarrollo Sostenible*" puede ser alcanzado por:

- . El fortalecimiento de las organizaciones de la comarca, incluyendo el liderazgo local y de las unidades de gobierno y ONG's
- . La integración de la extensión directamente en el planeamiento e implementación de la comarca
- . La búsqueda de tecnologías que los grupos de la comarca puedan manejar y mantener
- . La sistematización de la participación de la comunidad rural

#### 11.2.2.- *USOS DEL DRP*

A continuación se enumeran algunos de la diversidad de usos que tiene el *DRP*:

- . Planificación y manejo de los recursos naturales
- . Investigación de la pobreza
- . Extensión agro-forestal
- . Planificación de proyectos de leña
- . Investigación de la seguridad de alimentación
- . Investigación de sistemas de artesanías
- . Estudios en la economía local de cultivación de árboles
- . Planificación de proyectos de desarrollo pesquero
- . Planificación del uso del suelo
- . Evaluación de la condición de nutrición
- . Evaluación de salud
- . Planificación de ayuda después de desastres

- . Investigación de oportunidades para aumentar ingresos
- . Planificación de desarrollo urbano
- . Movilización de comunidades
- . Obtener información inicial sobre un nuevo asunto, para iniciar una nueva actividad
- . Conocer mejor un determinado asunto, generado por la información inicial
- . Determinación de una situación, para tomar decisiones con respecto a esta con la participación campesina
- . Darle seguimiento a la implementación de una actividad

*Las técnicas de DRP son más apropiadas donde:*

- . El aprendizaje e investigación son hecho informalmente
- . La mayor parte de la información necesitada es cualitativa
- . El trabajo es hecho por personas de la localidad
- . El foco es el nivel local (comunidad)
- . Los resultados pueden ser tentativos, no recomendaciones finales

*El DRP se utiliza porque:*

- . Los recursos humanos, de tiempo y dinero son escasos
- . Se necesita conocer particularidades de datos o de situaciones determinadas
- . El conocimiento de el contexto de una situación es más importante que los datos de la misma
- . Se aprende la situación durante su realización
- . Se necesita flexibilidad y facilidad de adaptación a las circunstancias de una situación determinada

Se necesitan indentificar los problemas y las oportunidades de solución al mismo tiempo

No se necesita un precisión matemática en los aspectos sociales

Se puede hacer una comprobación de los datos a través de comparaciones cruzadas en diferentes direcciones (Triangulación)

### 11.2.3.- VENTAJAS DEL DRP

Entre las ventajas que presenta la utilización del DRP podemos mencionar las siguientes:

Establece un puente entre los beneficiarios y aquellos que manejan recursos que las instituciones pueden mantener

El tiempo necesario para conducir un DRP es relativamente corto, lo que lo hace más eficaz en cuanto al costo que la mayoría de los diagnósticos tradicionales

Como el DRP utiliza un equipo inter-disciplinario, esto permite obtener información amplia y suficientemente profunda no solamente sobre los elementos individuales de un sistema o tópico sino también sobre las inter-relaciones entre los diferentes elementos

Debido a la participación de los llamados grupos metas en el DRP, el proceso de aprendizaje se llega a complementar entre el conocimiento y las perspectivas locales y las de los foráneos, lo cual garantiza que la información obtenida sobre la situación en general así como también sobre problemas y posibilidades específicas tenga un nivel de relevancia suficientemente alto

Las técnicas informales y participativas utilizadas en el DRP conducen a un aprendizaje eficaz y a una simpatía entre los investigadores y la comunidad local

En el DRP se utilizan técnicas informales para estratificar y elegir una muestra, lo que permite al equipo oír un sector representativo de opiniones y el uso de discusiones en grupo y reuniones con la comunidad también ayudan a revelar diferencias dentro de la comunidad



La utilización de los transectos a través de las diferentes zonas del área de estudio, hace que los investigadores abandonen los bordes de los caminos y observen partes más lejanas del área de estudio

Debido a la naturaleza semi-estructurada del DRP, permite una investigación más a fondo de información cualitativa, comparado con el enfoque de una estructura más formalizada

Diversidad de usos

Las oportunidades de desarrollo en el DRP se basan en el consenso y en una comprensión compartida por los investigadores y la gente de la localidad

Las visitas de consultores externos disminuye al área de investigación, debido a que la gente de la localidad aprende a usar las herramientas de que hace uso el DRP

Involucra directamente a los habitantes de una localidad y a los trabajadores en el campo de desarrollo, extensión y a los investigadores en el proceso de investigación

El DRP al usar técnicas participativas tales como: construcción de mapas y modelos en el suelo, diagramas sencillos hechos en el terreno mismo, sesiones informales de discusión y reuniones en las que la comunidad informa de sus hallazgos, esto proporciona un foro en el cual las prioridades locales son manifestadas y los problemas prácticos dados a conocer

#### 11.2.4.- LIMITACIONES DEL DRP

El DRP es uno de los varios enfoques y metodologías para aprender en el ámbito de investigación y desarrollo rural; por lo que no fue diseñado para sustituir otras metodologías. Por lo tanto es mejor usarlo como un complemento a las otras metodologías.

Entre las *limitantes* que presenta el enfoque de DRP podemos mencionar las siguientes:

- . La calidad del trabajo depende en su mayoría de las interacciones entre el equipo de investigadores y la gente rural y el trabajo en equipo de los investigadores mismos
- . Las técnicas utilizadas en el DRP son complementarias a otras metodologías de investigación, por lo que este no proveerá todas las respuestas
- . El modo rápido del trabajo en el DRP supone un compromiso sobre la precisión de la información obtenida. Cuestiones susceptibles y complejas podrían ser pérdidas o incomprendidas
- . Los enfoques participativos de investigación necesitan más esfuerzos por la comunidad local y acarrean expectativas: el uso de seguimientos son necesarios
- . Las técnicas de DRP no son necesariamente transferibles entre culturas, necesitan ser adaptadas a las situaciones y a las necesidades locales. Todavía hay mucho de este enfoque relativamente nuevo que necesita ser probado y desarrollado
- . El uso apropiado de las técnicas de DRP necesita la formación de facilitadores e investigadores de la localidad
- . El DRP produce preguntas, hipótesis, propuestas preliminares para actividades en desarrollo; estos son estímulos de trabajo adicional, no respuestas finales
- . Creación de falsas expectativas dentro de los pobladores. La llegada de un equipo foráneo siempre crea expectativas dentro de la población. El grupo tiene que clarificar bien el objetivo de la visita, y según el caso, dejar claro cuáles serán las consecuencias del estudio. En el caso de un diagnóstico exploratorio este asunto es más delicado que en el caso de un diagnóstico temático o evaluativo, en una zona donde la institución ya esta involucrada con actividades

**11.2.5.- TIPOS DE DRP**

Los diferentes instrumentos de investigación utilizados en un diagnóstico van a depender del tipo de diagnóstico a utilizar.

Los diagnósticos pueden ser:

**11.2.5.1.- EXPLORATORIO**

Consiste en el reconocimiento de una nueva zona y en la determinación de problemas y oportunidades con su respectiva priorización. Se utiliza para iniciar una nueva actividad.

**11.2.5.2.- TEMATICO (TOPICO)**

Se utiliza para profundizar los temas identificados en el exploratorio y para tener resultados mas detallados y verificar hipótesis. Para realizar una investigación más detallada sobre un asunto o un tema donde ya existen informaciones o ya se han hecho actividades y/o proyectos.

**11.2.5.3.- PARTICIPATIVO (PARTICIPATORY RURAL APPRAISAL)**

Sirve para involucrar a los campesinos y a las autoridades locales en la toma de decisiones acerca de un sujeto que se quiera desarrollar, ya identificado en el exploratorio. El producto obtenido es la planificación del desarrollo de una actividad en la cual los campesinos están completamente involucrados.

**11.2.5.4.- EVALUATIVO (DE SEGUIMIENTO)**

Se utiliza par monitorear el progreso de actividades de proyectos y aceptación de parte de los beneficiarios; o sea para valorar los éxitos y fracasos.

11.2.6.- *DRP vs DIAGNOSTICO TRADICIONAL*

En el siguiente cuadro se presenta una comparación entre el Diagnóstico Rápido Participativo y el Diagnóstico Tradicional

<i>DIAGNOSTICO RAPIDO PARTICIPATIVO</i>	<i>DIAGNOSTICO TRADICIONAL</i>
Semi-estructurado y flexible	Estructurado y fijo
Participativo	Autoritario
Información relevante	Se recopila también información no relevante
Tiempo relativamente corto	Dilata mucho tiempo
No pretende exactitud científica	Pretende ser científico (aunque muchas veces no lo es)
Visión interdisciplinaria	Visión sectorial
Barato	A veces costoso
Resultados rápidamente disponible	Publicación dilatada

11.2.7.- *BREVE RESEÑA HISTORICA DEL DRP*

Esta metodología como un enfoque para la investigación rural con fines de desarrollo, con principios coherentes y el uso de una variedad de técnicas, surge en los años 70.

En esa época, el enfoque dado a la Investigación de Sistemas de Producción Agrícola estimuló el interés en un análisis más rápido y más exacto de las complejidades de los sistemas agrícolas.

Varios investigadores y centros de investigación desarrollaron de manera independiente diferentes instrumentos para mejorar la situación antes descrita, dentro de los que figuran:

- . Estudios Exploratorios en CIMMYT
- . Estudio Agrícola Informal en CIP
- . Sondeo en ICTA
- . Diagnóstico y diseño en ICRAF

Los investigadores interesados en el desarrollo de metodologías de estudios rápidos informales e interdisciplinarios se reunieron por primera vez en 1978, en el Instituto de Estudios para el Desarrollo de la Universidad de Sussex en Inglaterra. En esa época la preocupación primordial era encontrar instrumentos más eficientes de diagnóstico, y se ideó el término *Diagnóstico Rural Costo-Eficaz o Diagnóstico Rural Rápido (DRP) o en inglés Participatory Rural Apraisal (PRA)*.

En primer lugar se trató de adecuar la duración y el costo del diagnóstico al resultado esperado. Los instrumentos y la organización del trabajo diseñado para *obtener una información oportuna en un plazo relativamente breve*.

Para evitar los sesgos de los diversos especialistas se empezó a trabajar en *equipos interdisciplinarios*.

En 1985-1987 se realizaron varias reuniones internacionales en la Universidad de Khon Kaen en Thailandia, donde fué reconocido el *enfoque participativo* de la población involucrada en el diagnóstico y en el diseño de las actividades para mejorar su situación.

A partir de este momento se relativizó en algo la noción de rápido y se introdujo el término de *Diagnóstico Rural Participativo (DRP)*.

**11.2.8.- ELEMENTOS METODOLOGICOS DEL DRP**

Los elementos metodológicos del Diagnóstico Rápido Participativo son los siguientes:

**11.2.8.1.- RECOLECCION DE INFORMACION OPORTUNA  
(IGNORANCIA OPTIMA)**

Este elemento nos indica que no es necesario saber todo hasta el último detalle, pero debemos saber algo de todos los elementos claves. Lo fundamental es que el grupo interdisciplinario llegue a saber el orden de magnitud (importancia) de los procesos claves y las relaciones entre sus diferentes elementos (sobre todo relaciones casuales).

**11.2.8.2.- TRABAJAR EN EQUIPOS INTERDISCIPLINARIOS**

La visión del especialista es parcial y sectorial, aún con buena voluntad no puede ver la realidad en su globalidad.

La visión combinada de varios especialistas todavía no refleja la realidad, pero se acerca más a ella. Es necesario hacer un esfuerzo por combinar las visiones sectoriales cuando se efectúe este tipo de diagnóstico y evitar que sea solamente una yuxtaposición de visiones sectoriales.

Por lo tanto el equipo que trabajará en el diagnóstico no debe ser grande ni pequeño (no menos de dos y no más de 6) y debe estar integrado por lo menos por dos profesionales (uno en el área social y otro en la técnica).

Los integrantes del equipo deben tener amplia experiencia en el tema, conocimiento de la zona, sensibilidad y habilidad para dialogar con los campesinos.

**11.2.8.3.- INVOLUCRAR A LOS BENEFICIARIOS EN LA EJECUCION DEL  
DRP Y EN LA REFLEXION SOBRE LAS CONCLUSIONES  
Y PROPUESTAS DE ACCIONES**

La piedra angular del DRP es lograr que los habitantes de la zona participen activamente en el proceso de recoger, ordenar, analizar y priorizar los datos sobre su comunidad para entonces constuir proyectos relevantes para ellos (DSE, 1994).

Se ha experimentado que la participación es más auténtica, si se incluyen dentro del equipo de investigación representantes de los pobladores de la zona donde se quiere ejecutar el diagnóstico.

**11.2.8.4.- MANERA SEMI-ESTRUCTURADA MEDIANTE LA CUAL SE LLEVA A CABO LA INVESTIGACION**

Para efectuar este tipo de diagnóstico no se requiere una estructura rígida de tipo cuestionario, pero tampoco se quiere caer en el otro extremo y provocar conclusiones demasiado rápidas o subjetivas.

El trabajo del DRP se prepara y se estructura en cierta medida, pero se mantiene flexible para tomar en cuenta la información recogida durante el transcurso del diagnóstico. El medio que se implementa para la estructuración es la *Guía para el Dialogo Semi-estructurado*.

La flexibilidad es necesaria para poder adaptarse a ideas creativas de los entrevistados.

**11.2.8.5.- APLICACION DE LOS DIFERENTES INSTRUMENTOS DE "MUESTREO" DE LA POBLACION QUE VIVE EN LA ZONA DEL DIAGNOSTICO**

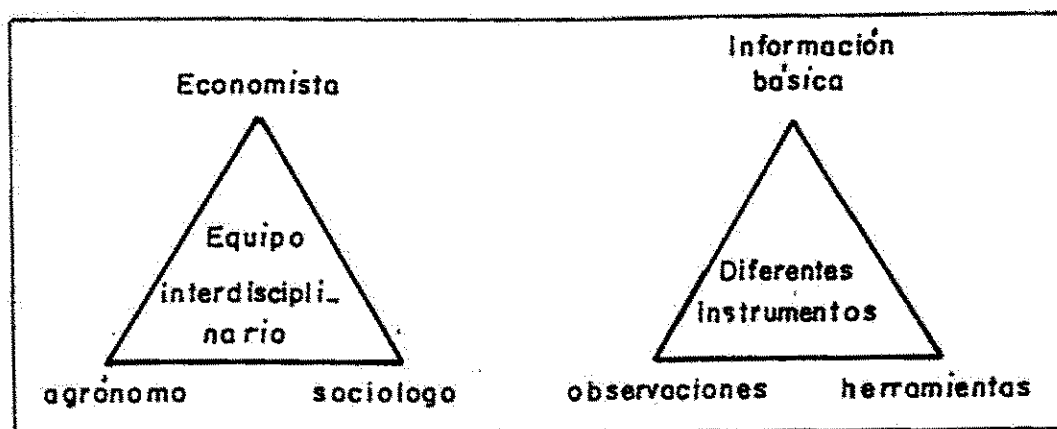
La definición del objetivo del DRP define al mismo tiempo el universo de los beneficiarios; por ejemplo en un DRP Exploratorio se tratará de toda la población; en un DRP Temático este universo puede ser más reducido (por ejemplo los Caficultores en un DRP de UNICAPE).

**11.2.8.6.- TRIANGULACION DE LA INFORMACION**

Es el proceso mediante el cual la información tiene que ser corroborada por diferentes fuentes o con diferentes instrumentos para poder opinar sobre su validez.

El equipo que ejecute el diagnóstico se aproxima a la "verdad" a través de consulta de fuentes diversas. Cuando se llega a un consenso sobre la verdad respecto a un tema, esta se deja de investigar.

En el siguiente esquema se presenta lo antes expuesto (Tomado de Wespi, 1995)



#### 11.2.8.7.- VISUALIZACION DE LA INFORMACION

Para ello se utilizan instrumentos que permiten registrar rápidamente la información recogida y presentarla de manera sencilla y permanente tanto a los miembros del equipo como a los informantes (si es posible también a los analfabetos).

#### 11.2.8.8.- RESTITUCION Y RETROALIMENTACION DE LA INFORMACION

En el DRP la información se crea de una manera participativa; por lo que los informantes tienen el derecho de saber lo que se hace con ella y recibir de vuelta todo el material que se elabora durante el diagnóstico.

Los materiales visuales permiten que se devuelva la información a los participantes y que se corroboren las conclusiones y propuestas de acciones con ellos.



**11.2.8.9.- CAMBIO DE ACTITUD DEL ENCUESTADOR**

Es necesario darse cuenta que los beneficiarios tienen mucho conocimiento sobre su situación y su ambiente, por lo que los investigadores tienen en primer lugar que querer aprender de las personas visitadas.

Cambiar el comportamiento y la actitud del entrevistador es de suma importancia; por lo tanto el investigador debe de convertirse en un facilitador.

De acuerdo al Manual del Seminario Internacional DRP de 1994, para poder cambiar el comportamiento del entrevistador este tiene que:

- . Aprender a convencer, es decir tratar a la gente como tal, más que como fuente de información
- . Hablar menos y escuchar mas
- . No fijarse en reglas, sino ser flexible y permitir que se desarrolle la creatividad de los interlocutores
- . Reconocer que el encuentro con los pobladores es un proceso de aprendizaje mutuo; por lo que los investigadores tienen que desarrollar una actitud de modestia y respeto
- . Reconocer la diversidad y la complejidad de la comunidad en que se trabaje

**11.2.8.10.- UTILIZACION DE DIFERENTES TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION (CAJA DE HERRAMIENTAS)**

El DRP no se limita a una sola técnica de investigación (por ejemplo cuestionarios) sino que trata de sacar en cada momento el instrumento más apropiado de la Caja de Herramientas que para ello se utiliza, lo cual permite que los investigadores adapten o creen nuevos instrumentos de investigación.

**11.2.9.- TECNICAS DE INVESTIGACION UTILIZADAS EN EL DRP**

El DRP se basa en el uso semi-estructurado y sistemático de un conjunto de técnicas, ninguna de ellas es exclusiva o nueva.

A medida que este enfoque de investigación se desarrolla se van añadiendo nuevas técnicas a la Caja de Herramientas. Así mismo, todas las técnicas no son usadas en cada actividad del DRP, sino que se utilizan de manera combinada para una cierta actividad de investigación.

A continuación enumeramos los Instrumentos (Herramientas) más utilizadas en el orden cronológico que se aplican durante el DRP:

- . Revisión de la información secundaria
- . Mapas del territorio
- . Transecto
- . Diálogo semi-estructurado
- . Mapa socio-económico
- . Mapas y visistas a las fincas
- . Maquetas o modelos
- . Ordenamiento cuantitativo (pastel, columnas, por puños)
- . Perfil histórico
- . Calendario estacional
- . Diagrama de tortillas (Diagrama de Venn)
- . Diagrama de flujos
- . SEPO
- . Arbol de problemas
- . Ordenamiento por preferencia (en pares, matriz)

Otras técnicas de investigación utilizadas por el DRP son:

- . Estratificación y elección de una muestra de entrevistados
- . Ordenamiento de la riqueza
- . Videos y carteles
- . Drama y teatro
- . Talleres y discusiones intensivas
- . Estudios de casos prácticos
- . Cuestionarios breves
- . Escribir el informe en el acto y reuniones con la comunidad

**11.2.9.1.- ESTRATIFICACION Y ELECCION DE UNA MUESTRA DE ENTREVISTADOS**

El DRP hace uso de tres técnicas de muestreo; las que al ser usadas en combinación facilitan la informalidad y flexibilidad en el terreno y a su vez aseguran un cierto grado de estructura en la elección de personas a entrevistar.

Estas técnicas de muestreo son las siguientes:

**11.2.9.1.1.- MUESTREO ALEATORIO O AL AZAR**

Este es el tipo de muestreo a usar cuando el equipo de investigadores esta caminando por el área encontrándose con la gente en los campos, en sus hogares y en la calle.

Las entrevistas son espontáneas, a veces solo duran unos pocos minutos y el tipo de gente que ellos suelen encontrar depende de la zona en la que el equipo esta caminando y de la hora del día.

**11.2.9.1.2.- MUESTREO CON UN PROPOSITO**

En este caso el equipo deliberadamente busca a ciertos individuos o a ciertos grupos para entrevistarlos. Por ejemplo si se quiere investigar sobre la historia de la localidad, se hacen arreglos para entrevistar a un anciano de la comunidad.

**11.2.9.1.3.- MUESTREO ESTRATIFICADO**

Para realizar este tipo de muestreo, se recomienda conducir una entrevista.

Existen dos formas mediante las cuales se puede estratificar a la población, estas son:

**11.2.9.1.3.1.- ESTRATIFICACION GEOGRAFICA**

Este método se basa en la técnica de Transecto o en la confección de Mapas y Modelos Participativos.

**11.2.9.1.3.2.- ESTRATIFICACION POR RIQUEZA**

Este método utiliza la técnica de Ordenamiento por Riqueza.

**11.2.9.2.- ENTREVISTAS SEMI-ESTRUCTURADAS (ESE)**

Esta técnica puede utilizarse en conversaciones con campesinos, pobladores de la ciudad, empleados de extensión en el terreno donde se realiza el diagnóstico y con empleados del gobierno en sus oficinas.

Las entrevistas semi-estructuradas constituyen el principal medio de aprendizaje de un equipo de DRP.

Los tipos más comunes de ESE en un DRP son las siguientes:

**11.2.9.2.1.1.- ENTREVISTAS INDIVIDUALES**

La información obtenida en este tipo de entrevista es de una naturaleza específica, personal o sensible.

Al realizar este tipo de entrevista es importante la privacidad, el equipo entrevistador deber ser pequeño y puede estar conformado por una ó tres personas.

**11.2.9.2.1.2.- ENTREVISTA A GRUPOS ELEGIDOS**

Consiste en reunir a un grupo de personas de la localidad para discutir sobre un tema específico. Por ejemplo si se desea investigar acerca de la historia de la comunidad, se reúne a los miembros más ancianos de la misma.

Los grupos funcionan mejor cuando hay entre 6 y 16 personas en cada grupo. El grupo entrevistador puede tener hasta 4 ó 5 entrevistadores.

**11.2.9.2.1.3.- ENTREVISTAS A GRUPOS GENERALES**

Estas entrevistas se producen espontáneamente cuando personas que van pasando se unen a un grupo más pequeño que se habían formado anteriormente o cuando el equipo se encuentra con grupos en los lugares donde la comunidad suele reunirse.

Estos grupos sirven para adquirir información sobre temas que no son confidenciales y que requieren de comprobación.

**11.2.9.2.2.- ELEMENTOS IMPORTANTES DE UNA ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA**

Los elementos claves de una ESE se mencionan a continuación:

- . Las entrevistas son informales y conversacionales, pero son cuidadosamente controladas por los entrevistados
- . Los entrevistadores usan una lista de prueba preparada para guiar la entrevista
- . Los entrevistadores en general trabajan en pequeños equipos interdisciplinarios
- . Los entrevistadores hacen preguntas abiertas y raras veces usan preguntas inducentes
- . Los entrevistadores hacen un registro detallado de la entrevista, durante la misma o inmediatamente después

**11.2.9.2.3.- ERRORES QUE PUEDE COMETER UN ENTREVISTADOR AL REALIZAR UNA ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA**

Entre los errores comúnmente cometidos por los entrevistadores durante una ESE, podemos citar los siguientes:

- . Interrupciones constantes durante la entrevista
- . Cambios súbitos de tema
- . Fracaso en la planificación cuidadosa de la entrevista
- . Repetición de preguntas

Prestar ayuda al informante, sugiriéndole respuestas cuando este parece no encontrar palabras para seguir hablando.

Éxito en comprobar y emitir un juicio sobre las respuestas

Permitir que la entrevista se prolonge por mucho tiempo

Formular preguntas ambiguas o poco sensitivas

Éxito en dar suficiente tiempo para la discusión en grupos o sesiones de manifestaciones espontaneas (interés por entrevistar al mayor número de personas posibles)

#### 11.2.9.2.4.- RECOMENDACIONES GENERALES PARA REALIZAR UNA ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA

A continuación se enumeran algunos pasos a seguir para realizar una ESE:

Preparar una lista de los temas y subtemas en los que se basará la entrevista

Dividir las tareas dentro de los miembros del equipo entrevistador; uno que controle la entrevista, uno ó dos que tomen apuntes, otro que observe la entrevista y señale formas posibles de mejorarla más adelante (entrevistador, anotador y observador)

Decidir acerca de los temas a tocar en la entrevista y el orden en que se abordarán. Hay que ser flexible en esto

Tratar de no llegar en autos oficiales; estacionar el auto y caminar

Elegir la mejor hora para la entrevista; tratar de no interrumpir las actividades laborales de los informantes

Evaluar la situación de la entrevista

Comenzar la entrevista saludando en la forma habitual, luego explicar quienes son los entrevistadores y cuál es el propósito de su visita. Ser honesto y no dar a entender promesas de beneficios futuros

- . Asegurarse de que la hora de la entrevista es conveniente, ofrecer regresar más tarde cuando no lo es.
- . Decir que los entrevistadores están allí para aprender
- . Pasar algún tiempo en conversación casual, antes de comenzar el interrogatorio. Comenzar a preguntar, haciendo referencia a algo visible; comenzar por lo físico y después por lo abstracto
- . Al tomar las notas no molestar al entrevistado; primero hay que pedir permiso para hacerlo. Usar libretas pequeñas de apuntes y no grandes hojas
- . Después de la entrevista dar las gracias al entrevistado y preguntar si tiene alguna pregunta que hacer

Las siguientes son algunas sugerencias que hay que tomar en consideración, cuando se realice una ESE:

- . No hacer preguntas que induzcan a una respuesta; o sea preguntas que lleven a responder "Sí" ó "No"
- . Investigar las primeras respuestas del entrevistado para obtener más detalles, mayor elaboración y más profundidad en el tema
- . Usar la siguientes herramientas: Que? , Cuándo? , Dónde? , Quién? , Porqué? , Cómo?
- . Reformular preguntas sobre un mismo tema
- . Formarse una opinión personal sobre las respuestas, hay que estar seguro que el entrevistado ha proporcionado una información exacta
- . Tratar de emitir un juicio sobre si la información proporcionada es un : Hecho (verdad objetiva), Opinión (punto de vista del entrevistado) o un Rumor (perspectiva de origen desconocido)

**11.2.9.3.- ORDENAMIENTOS POR PREFERENCIA**

Los ordenamientos son un instrumento que ayudan a entrar en dialogo y conocer preferencias, representan juegos analíticos que se realizan en poco tiempo y que se pueden aplicar a un sinnúmero de situaciones; son útiles para generar nuevas preguntas y representar nuevos problemas.

Estos pueden brindar la siguiente información:

- . Preferencia entre un grupo de cosas
- . El porqué de la preferencia

Se llevan a cabo como parte de una entrevista, se pueden hacer con una persona, lo cual es más rápido y proporciona un punto de vista personal que es propio de la persona en cuestión o en grupos, lo cual toma más tiempo, ya que los miembros del grupo discuten entre si antes de llegar a un acuerdo.

**11.2.9.3.1.- RECOMENDACIONES GENERALES PARA REALIZAR UN ORDENAMIENTO POR PREFERENCIA**

Los pasos que se deben seguir al realizar un ordenamiento por preferencia son los siguientes:

- . Elegir una lista de cosas, pedir al informante que proporcione una variedad de cosas a investigar. Se recomienda utilizar un grupo de 3 a 8 cosas, ya que de otra forma se convierte en un ejercicio largo y monótono
- . Tener disponible muestras de las cosas en cuestión, como apoyo si es posible
- . Obtener los criterios de elección. En el caso de cada cosa hacer las preguntas: Qué es lo bueno de esto? y Qué es lo malo? Este paso es importante por lo que es importante investigar todos los problemas que pueden presentarse
- . Hacer una lista de los criterios; los criterios negativos hacerlos positivos
- . Construir una gráfica, las cosas se anotan en la línea horizontal (arriba) y los criterios en la vertical



- . Investigar las elecciones según los criterios. Preguntar cuál cosa es mejor, cuál le sigue, cuál es el peor y cuál le sigue. Pueden asignarseles números a cada cosa.
- . Después de completar la gráfica, hacer la siguiente pregunta: "Si Ud. solamente pudiera hacer una elección, cual elegiría"
- . Clasificar los criterios haciendo la siguiente pregunta: "Cuál es el más importante?Cuál le sigue?"

#### 11.2.9.3.2.- DESVENTAJAS

Entre las limitantes que presenta la utilización del Ordenamiento por Preferencia podemos mencionar las siguientes:

- . Forma parte de un proceso de investigación que se está llevando a cabo, es solo un medio para generar nuevas ideas y exponer nuevas preguntas
- . Requiere entre 30 y 45 minutos de duración, se necesita tiempo para introducir cada ejercicio y para investigar cada elección
- . Simplifica demasiado las opciones hechas por la población rural; por lo que es peligroso tomar decisiones de planificación basadas solamente en los resultados de esta técnica

#### 11.2.9.4.- MAPAS

El mapa o el croqui del área de estudio puede ser hecho tomando como referencia la cartografía disponible (mapas, fotos aéreas) con escalas adecuadas (superiores en lo posible a 1:50,000) o directamente en el campo con ayuda de la población local.

Es necesario usar la cartografía para áreas grandes (mayores de 2000 hectáreas), para delimitar el contorno e identificar los principales rasgos fisiográficos.

Para áreas menores, la población local y su información pueden posibilitar la confección del mapa.

Entre las razones por las cuales se utilizan los mapas, podemos mencionar las siguientes:

- . Para empezar el estudio exploratorio de un área desconocida
- . Para involucrar desde el comienzo a la gente de la localidad en una investigación participativa
- . Para conocer las diferentes percepciones que se tienen de un medio ambiente local, pidiéndole a varias personas por separado que construyan un mapa de su comunidad, para así poder comparar las representaciones que produzcan
- . Para proporcionar una referencia que se utilizará en discusiones y reuniones más adelante

#### 11.2.9.4.1.- **RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA CONFECCION DE UN MAPA**

A continuación se mencionan algunos pasos y sugerencias a seguir en la confección del mapa de una localidad:

- . Hacerlo en el terreno con gente de la localidad
- . Permitir que la gente de la localidad lo oriente como ellos quieran
- . Llevar consigo una fotografía aérea y utilizarla durante la sesión de confección del mapa para comprobar la información
- . No tratar de corregir a los dibujantes mientras ellos confeccionan el mapa. Dejarlos trabajar y no hacer que el ejercicio parezca un examen
- . Comprobar el mapa durante el período de investigación por medio de comparaciones que se observen al caminar por el área y por medio de preguntas hechas a individuos y a grupos durante entrevistas, para así verificar su exactitud
- . Para ver las percepciones de diferentes personas sobre las cosas importantes en su medio ambiente, solicitar a varias personas que dibujen un mapa de los alrededores que le son familiares. Comparar los diferentes mapas producidos y conversar con las personas que los confeccionaron sobre los rasgos más acentuados y los rasgos omitidos en los mapas

11.2.9.5.- *CORTES TRANSVERSALES (TRANSECTOS)*

Los transectos son perfiles de las fincas de los productores que representan las características socio-económicas y biofísicas de una área determinada.

Mediante ellos podemos obtener mucha información acerca de los sistemas de producción, tipos de suelos, vegetación, localización de la población, situación de los cultivos. Nos permiten conocer la relación entre la actividad humana y el medio físico.

Para la elaboración del transecto se toma el mapa cartográfico y se establece la línea de observación; la cual puede corresponder a un camino, sendero de fácil recorrido que facilite la visualización global del área.

El trazo de la línea de observación puede ser hecha o corregida con ayuda de la comunidad o con técnicos que conozcan el área.

Durante el recorrido del transecto se discute con los pobladores los problemas encontrados al azar o seleccionados previamente; se identifican los sistemas de cultivos, la solución a los problemas y las oportunidades para su implementación; para ello se puede realizar una ESE.

*Los transectos se utilizan para:*

- . Verificar un mapa del área construido anteriormente
- . Comenzar un diagnóstico rápido, ya que la caminata misma obliga al investigador a visitar las áreas más remotas, las que se dejan de lado con más facilidad. A menudo durante estas caminatas, se descubren patrones inesperados de usos del terreno o actividades interesantes que se están llevando a cabo
- . Facilitar un muestreo estratificado de los informantes a diferentes intervalos durante la caminata, lo que permite entrevistar a familias que viven en diferentes localidades
- . Destacar áreas con problemas u oportunidades específicas que luego se incluyen en el informe. Es un buen complemento del mapa

#### 11.2.9.5.1.- RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA CONFECCION DE UN TRANSECTO

Algunos pasos y sugerencias que son necesarios tener presente cuando se desee elaborar un transecto se enumeran a continuación:

Primero hay que construir un mapa del área, el que nos ayudará a identificar mejor los caminos a seguir en la caminata por la zona y así incluir en ella los diferentes usos que en el área se dan al terreno

No limitar el área a una ruta en línea recta, pueden ser rutas zigzagueantes o circulares, lo más importante es visitar un rango de diferentes zonas

La caminata puede durar desde unos pocos minutos a varios días; todo depende de la escala del área en cuestión y de la cantidad de detalle que se necesite

Invitar a algunos habitantes de la localidad para que acompañen al investigador en la caminata. Su conocimiento del área es un componente vital de la investigación

Durante la caminata hacer preguntas, dibujos, tomas fotografías y notas que sirvan de registro de la caminata

Anotar las características de cada área que sean relevantes al estudio que se esta realizando. No tratar de documentar cada rasgo observado, usar generalizaciones cuando sea apropiado. Incluir una lista de los problemas y oportunidades específicas de lugares específicos en la zona

#### 11.2.9.6.- CALENDARIOS ESTACIONALES

Son gráficos que muestran la estacionalidad de algunos componentes del sistema de vida u otras variables que tengan un patrón estacional (por ejemplo: secuencias climáticas, ciclo de los cultivos, actividades no agrícolas, demanda de mano de obra, estacionalidad de los precios, etc).

Estas herramientas por su naturaleza, merecen una reflexión más particular y más tiempo para obtener información confiable.

Para la preparación del calendario se debe definir aspectos serán investigados. En función del tema se prepara material necesario, que consiste en hojas de papel milimetrado donde se marcarán los meses.

Se pueden confeccionar en el:

#### **CAMPO**

Para ello es necesario contar con datos primarios. Se del señalar las variaciones de los parámetros investigados siguiendo las respuestas dadas por los interlocutores.

Estos datos no siempre son numéricos, en algunos casos apreciaciones cuantificadas a través de información cualitativa que sirven para hacer el análisis y la correspondiente ilustración.

#### **OFICINA**

Estos se confeccionan cuando se cuenta con información obtenida de fuentes secundarias. Estos se desarrollan de corriente antes de ir al campo; el que se comprueba cualquier hipótesis de trabajo en el terreno.

El análisis de los resultados de los calendarios sirve para generar discusiones e hipótesis sobre las restricciones y oportunidades existentes en las actividades analizadas.

### **11.2.9.6.1.- TIPOS DE CALENDARIOS ESTACIONALES**

Existen dos tipos de calendarios estacionales:

#### **11.2.9.6.1.1.- LINEAL**

En este tipo de calendario se utiliza una línea para señalar los 12 meses del año, también pueden utilizarse barras para representar por ejemplo la cantidad relativa de lluvia.

#### **11.2.9.6.1.2.- CIRCULAR**

Para confeccionar este tipo de calendario se realiza un círculo con divisiones representando cada mes del año (o período definido) y las actividades en cada mes se escriben en las divisiones.

**11.2.9.7.- *DIAGRAMAS HISTORICOS***

*Son representaciones de tendencias y cambios a largo plazo, que incluyen eventos del pasado y posibilidades del futuro.*

Esta información permite ver como ciertos procesos se desarrollan a través del tiempo, lo cual nos permite entender mejor la situación actual.

Estos diagramas pueden construirse durante o después de las entrevistas con miembros de la comunidad, en el contexto de estudios sobre:

- . Revisión de actividades realizadas previamente y las condiciones de vida en el área
- . Exploración de futuros proyectos con la gente de la localidad
- . Montaje de cualquier actividad de desarrollo planificada en el contexto de actividades previas (éxitos o fracasos) y otros eventos futuros que se sabe han sido planificados

**11.2.9.7.1.- *TIPOS DE DIAGRAMAS HISTORICOS*****11.2.9.7.1.1.- *TRANSECTOS HISTORICOS***

Estos se construyen después de realizar un número de entrevistas con algunas con personas mayores de la comunidad y después de consultar registros previos.

Son más apropiados para mostrar eventos diferenciales que tendencias gerenciales. Es necesario exhibir los eventos en forma pictórica.

**11.2.9.7.1.2.- *CALENDARIOS HISTORICOS***

Estos ayudan a explorar tanto las variaciones estacionales como las anuales. Es más fácil construirlos para factores que tienen una fuerte incidencia estacional y un alto grado de variación entre un año y otro.

Se hacen mejor, estimulando la memoria de los miembros mas ancianos de la comunidad; primero se recuerdan los tiempos de acontecimientos importantes y luego preguntando por el status del factor en investigación en la época en cuestión. También pueden construirse con datos obtenidos en colecciones de la época.

#### 11.2.9.7.1.3. OTROS DIAGRAMAS

En los cuales se exploren los cambios a largo plazo como: tendencias de tiempo en forma de gráficos, modelos y mapas de usos dados anteriormente a la tierra, modelos para la ilustración de futuras acciones, especialmente en el área de conservación de recursos; diferenciando los resultados de épocas presentes sin ninguna acción y los resultados cuando se inician las actividades de conservación.

#### 11.2.9.8.- DIAGRAMA DE FLUJOS

Son diagramas que *muestran interacciones en el espacio o el tiempo, entre diferentes cosas.*

Se utilizan para explorar los efectos de rechazo producidos por un solo acontecimiento y los mecanismos de retroalimentación entre varios acontecimientos, también para examinar los pasos individuales de una producción o los procesos de comercialización.

Se construyen durante las discusiones en talleres, con la información obtenida de las entrevistas, con observaciones y datos secundarios. Raras veces se elaboran en el terreno mismo, al menos no durante las entrevistas.

Son herramientas muy útiles cuando se usan en discusiones de grupo en talleres y como parte del informe de los descubrimientos hechos. Son de poca utilidad en presentaciones hechas en reuniones en una comunidad.

**11.2.9.9.- DIAGRAMA DE VENN (DE TORTILLA)**

Es un diagrama que muestra las instituciones y grupos informales que toman decisiones dentro de una unidad administrativa y las interacciones entre ellas o sea es un Mapa de tipo Institucional.

Por ello es necesario realizar un análisis de las instituciones existentes en el área de estudio con el propósito de conocer:

- . Que instituciones son las más importantes
- . Las actividades que realizan
- . Como la comunidad las ve y que tanto estas contribuyen al desarrollo comunitario
- . Relaciones entre las instituciones existentes, para ello se elabora un diagrama de importancia institucional y las interacciones entre ellas con los distintos grupos de la comunidad

**11.2.9.9.1.- RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA CONFECCION DE UN DIAGRAMA DE VENN**

Los pasos y sugerencias que se recomiendan seguir para la elaboración de este tipo de diagrama se enumeran a continuación:

- . Identificar las instituciones a través de fuentes secundarias o de las mismas agencias
- . Detallar la información en función de las actividades realizadas por cada institución en el área de estudio, los años de permanencia, del número de personas involucradas y de los contactos posibles en el campo
- . Continuar este análisis en el campo con la colaboración de la población local. Este ejercicio demanda algún tiempo y requiere de la participación de los representantes de las instituciones o de sus beneficiarios



Utilizar una pizarra o hojas grandes de papel para escribir los nombres de las instituciones y pedir a los participantes que describan las actividades de sus organizaciones (especificar en los papeles, sus actividades, el financiamiento, el número de beneficiarios, el tiempo de permanencia, los problemas y éxitos)

Solicitar a los participantes que se dividan en grupos pequeños para que cada uno ordene las instituciones según considere la importancia de cada una en la contribución al desarrollo de la comunidad, especificando el porque de esa importancia

Se pueden formular las siguientes preguntas: Qué institución es más importante en la promoción del desarrollo de su comunidad? Porqué razones se considera una institución más importante que otra?

Las respuestas a estas preguntas se deben anotar y servirán de base para el análisis posterior, pero en la hoja de papel se debe hacer la lista en base a la importancia de las instituciones

Preparar círculos de papel de diferente tamaño y ponerlos sobre el piso o sobre una mesa, se debe solicitar al grupo que relacione las instituciones más importantes con los círculos más grandes y las menos importantes con los más pequeños. Luego hay que pedir que se señalen que instituciones colaboran entre ellas estrechamente y en que, y colocar los papeles correspondientes sobrepuestos para representar esa colaboración. De esta manera se puede analizar la interrelación entre las instituciones y la comunidad

**11.2.10.- FASES DEL DRP**

A continuación se mencionan las fases que son necesarias para realizar un Diagnóstico Rápido Participativo

**11.2.10.1. PREPARACION**

Las actividades que se realizan durante esta fase son:

- . Recopilación de la información existente
- . Elaboración de un perfil del área
- . Definición de los objetivos del diagnóstico
- . Elaboración de la guía
- . Ubicación de los transectos
- . Definición de la muestra

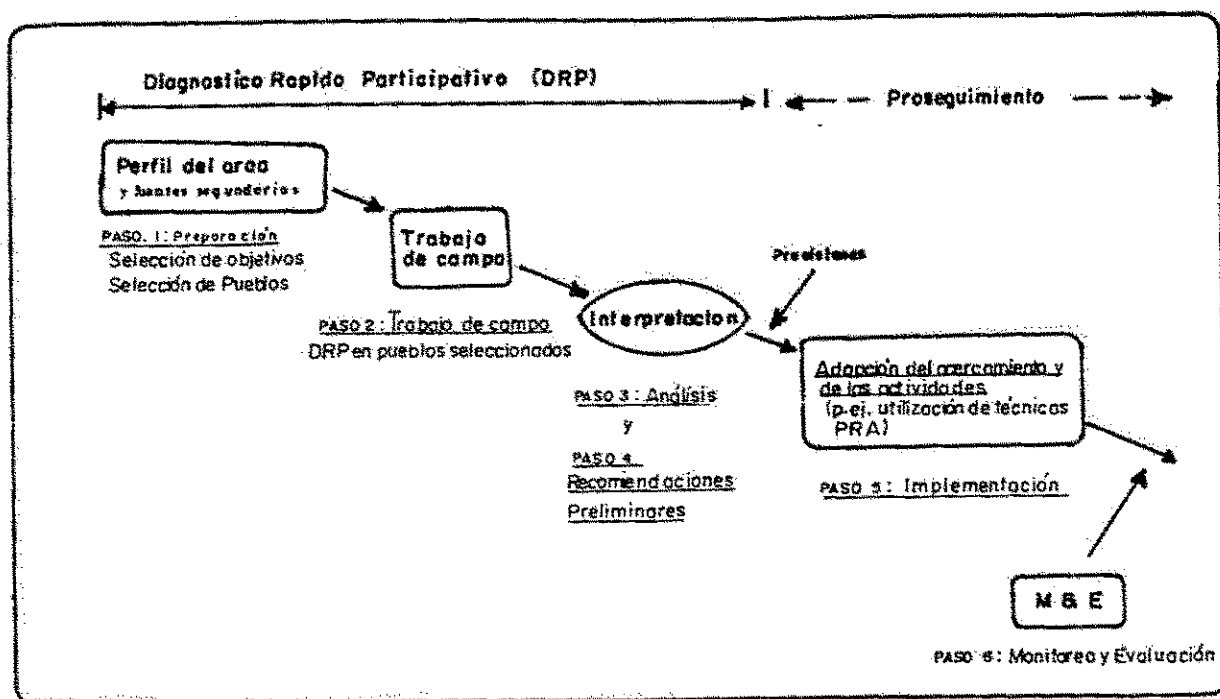
**11.2.10.2.- TRABAJO DE CAMPO**

Entre las actividades que se efectúan en el trabajo de campo figuran las siguientes:

- . Acercamiento
- . Finalización de la definición de la muestra
- . Aplicación de los instrumentos de análisis
- . Recolección de información y aprendizaje mutuo
- . Profundización de temas claves con los instrumentos apropiados
- . Identificación de los problemas y oportunidades
- . Priorización participativa de actividades
- . Triangulación permanente de la información
- . Ordenamiento permanente de la información
- . Elaboración de conclusiones provisionales
- . Redacción de informes parciales (por sector geográfico y/o por capítulo de la guía)

**11.2.10.3.- PROPUESTAS PRELIMINARES DE ACCIONES****11.2.10.4.- DEVOLUCION Y RETROALIMENTACION****11.2.10.5.- INFORME DEL DIAGNOSTICO**

En el siguiente esquema se presentan las diferentes etapas para realizar un DRP (Tomado de CITEC, 1993)



En nuestro país el Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC) ha realizado talleres metodológicos y diagnósticos utilizando esta metodología, entre los cuales podemos mencionar:

- . Boaco Viejo, con el Programa Campesino a Campesino (PCaC)
- . Microcuenca C de la Cuenca Sur del Lago de Managua, con IRENA/SUWAR
- . Crucero con CARITAS
- . Santa Lucía, Boaco con ASOPROL
- . La Trinidad, Estelí con FIDER
- . Río Blanco, Matagalpa con PRODERBO
- . Tuma, La Dalia con el Centro Experimental del Café del Norte

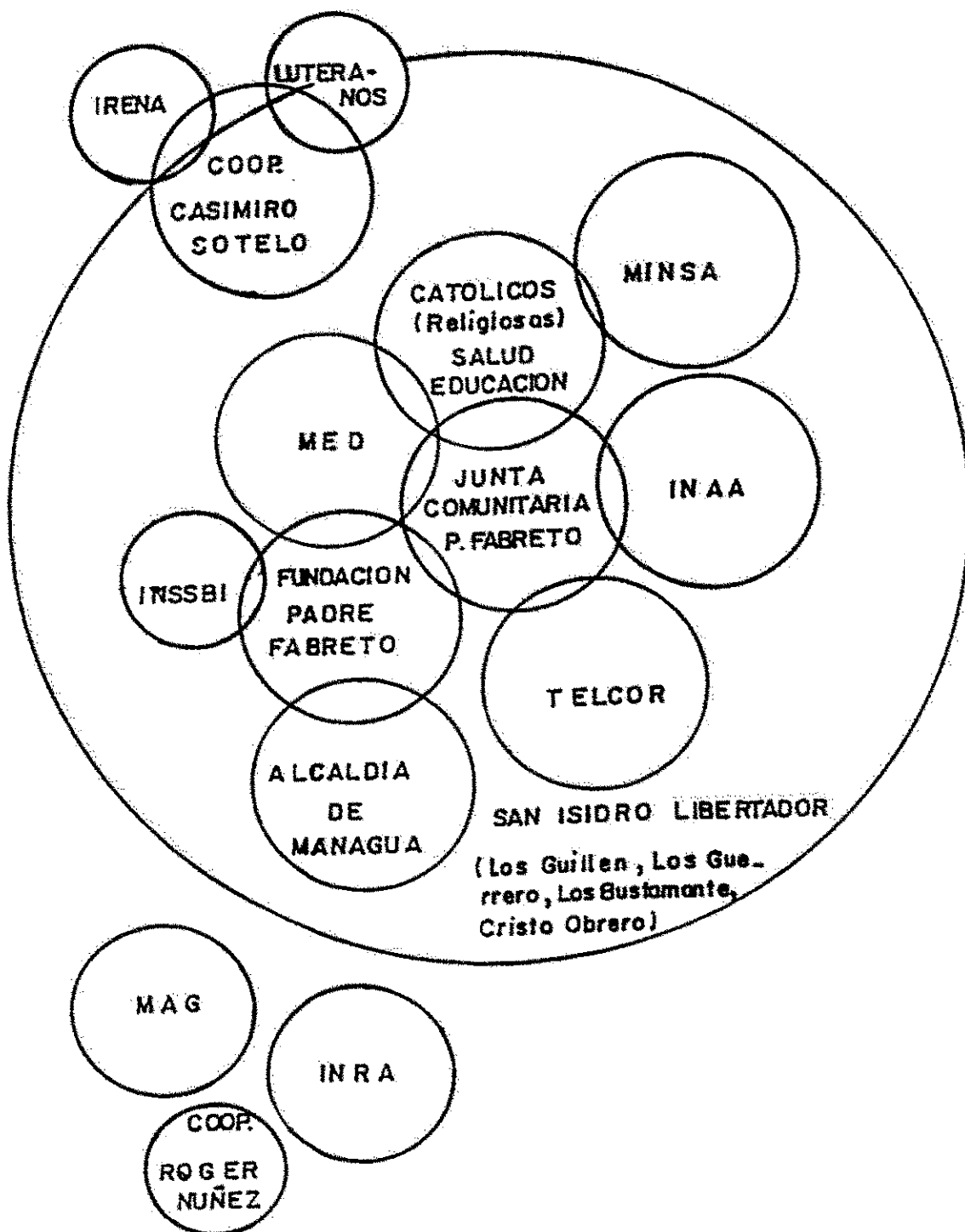
A continuación se presenta un Modelo de un Ordenamiento por Preferencia realizado en la Comarca de San Isidro Libertador por el grupo de trabajo en la Comunidad Los Guerreros durante el DRP efectuado en la Microcuenca "C" de la Cuenca Sur del Lago de Managua

CULTIVO CRITERIO	Tomate	Maíz	Frijol	Pipian	Cebolla	Plátano
Alimentación	4	3	1	5	6	2
Venta	2	5	4	6	1	3
Ataque de Plagas	6	4	3	2	5	1
Costo de Producción	5	3	3	1	6	4
Requiera más mano de obra	5	3	3	1	6	2
Mejor mercado	2	4	3	6	1	5
Mayor vigilancia	3	4	2	1	5	6
Mayor demanda de fertilizante	5	3	4	1	6	2
Mayor demanda de insecticida	5	3	4	2	6	1
Calidad de suelos	2	3	4	5	1	6
Resistencia a la sequía	4	2	5	6	1	3
$\Sigma$	43	37	36	30	44	35
Categoría	5	4	2	3	6	1

Clave: 1 . . . . . Mejor

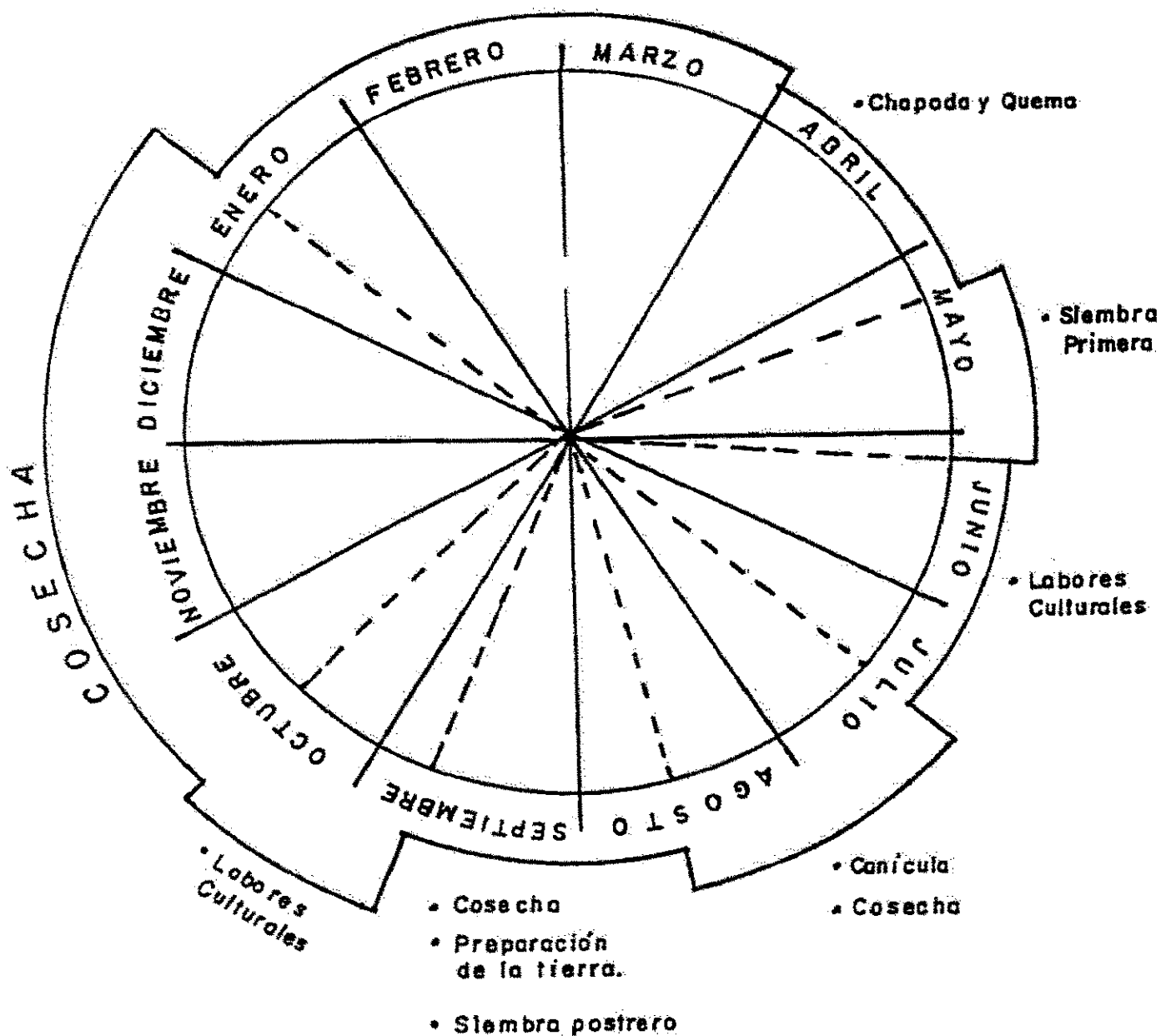
6 . . . . . Malo

El siguiente es un Diagrama de Tortilla elaborado en la Comarca San Isidro Libertador por el grupo de trabajo en la Comunidad Los Guillén durante el DRP realizado en la Microcuenca "C" de la Cuenca Sur del Lago de Managua



A continuación se muestra un Modelo de un Calendario Estacional el cual fué elaborado por el grupo de trabajo en la Comunidad "La Bolsa" durante el DRP realizado en la Microcuenca "C" de la Cuenca Sur del Lago de Managua

- Mayor Extracción de leña
- Viveros
- Hortalizas



### 11.3.- PLANIFICACION DE PROYECTOS DE DESARROLLO EN BASE AL MARCO LOGICO (PLANIFICACION POR OBJETIVOS (PPO))

#### 11.3.1.- GENERALIDADES

La mala planificación es un problema fundamental persistente; por lo general los documentos de planificación son específicos y claros en cuanto a insumos físicos y financieros, al personal, a las actividades y los resultados físicos esperados. Pero a menudo falta una evaluación profunda de los objetivos globales, los grupos beneficiarios y los factores externos que determinan el éxito o el fracaso del proyecto.

En la planificación, las deficiencias se reflejan generalmente en sistemas inadecuados de monitoreo. Como resultado, los proyectos se desarrollan a menudo en direcciones que uno no se había propuesto y no logran responder a las necesidades de los beneficiarios propuestos; por lo que los proyectos tienen resultados negativos no previstos que se hubiesen podido evitar con una planificación sistemática.

El propósito de los proyectos de desarrollo es inducir a cambios con resultados deseados dentro del ambiente del proyecto y la sociedad en general.

Un proyecto de desarrollo se basa en insumos de recursos, la implementación de ciertas actividades que conllevarán a la obtención de cierto número de resultados que se espera, contribuirán a los objetivos deseados.

Los insumos, actividades y resultados son los elementos de un proyecto; no son en sí una medida de éxito o fracaso.

Hasta donde un proyecto tendrá éxito o fracaso dependerá de cierto número de factores que la dirección del proyecto puede controlar como de cierto número de factores externos.

Durante la fase de planificación e implementación es importante identificar, monitorear y analizar los factores externos, ya que pueden hacer fracasar el proyecto, aún si se implementa de la manera planeada.

No existen proyectos de desarrollo en un vacío social. Es importante describir la situación futura deseada de tal manera que sea posible averiguar posteriormente hasta qué grado el proyecto ha tenido éxito en relación con sus objetivos y los grupos beneficiarios.

*Los planes de desarrollo en décadas anteriores, eran planificados por expertos, pero eran otros los que los ejecutaban. Actualmente se reconoce que esta situación ha llevado muchas veces a los proyectos al fracaso o a la confusión.*

Debido a lo anteriormente expuesto, surgió la inquietud de buscar métodos de planificación que pudiesen ser aplicados por los propios interesados, valorizándose además el principio de que la propia población identificada, debe ser sujeto activo en su desarrollo y por lo tanto estar involucrada desde el inicio en el proceso de planificación.

Se deseaba buscar un método que ofreciera cierto rigor pero que a la vez no estuviera reservado a unos pocos especialistas.

Para responder a algunos de estos problemas, se desarrolló el **Enfoque del Marco Lógico (EML)**. El primer marco lógico se elaboró para la U.S. AID a finales de los años 60 y desde entonces lo han utilizado muchas organizaciones.

*El Enfoque del Marco Lógico es una herramienta gerencial y analítica para la planificación, ejecución y evaluación de proyectos con una orientación hacia los OBJETIVOS.*

El método **Planificación por Objetivos (PPO)** se basa en las pautas metodológicas del método **ZOPP** (Sigla de la denominación alemana "Zielorientierte Projektplanung", que significa **Planificación de Proyectos Orientada a Objetivos**) implementado por la Cooperación Alemana en parte sobre métodos utilizados por los ejecutivos de la industria.

En la presente década, la GTZ (La Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) contrató especialistas para desarrollar un nuevo método aplicable a los proyectos de desarrollo.



El método de planificación PPO quedó institucionalizado por la GTZ y fué introducido oficialmente en 1983. Este tiene aplicación en el planteamiento de todas las fases de preparación e implementación de proyectos.

*El PPO es uno entre varios sistemas de planificación aplicables y debe ser concebido como un proceso flexible que debe adecuarse a la realidad. Este conduce a un proceso consecuente de reflexión y comprensión; lo que facilita la comunicación y la cooperación entre todos los participantes.*

### **11.3.2.- MARCO CONCEPTUAL**

A continuación definiremos algunos conceptos utilizados en el Enfoque del Marco Lógico:

#### **ACTIVIDAD**

Acción tomada o trabajo realizado dentro de un proyecto a fin de transformar insumos (fondos, equipos) en resultados (organizaciones, edificios)

#### **BENEFICIARIOS**

Beneficiarios directos (o propuestos) (grupos de beneficiarios) más los beneficiarios indirectos de un proyecto

#### **EFFECTIVIDAD**

Medida del grado en que un proyecto o programa tiene éxito en el logro de sus objetivos

#### **EFICIENCIA**

Medida de la productividad del proceso de implementación, que tan económicamente se convierten los insumos en resultados

**EVALUACION**

Examen sistemático e independiente de un proyecto a fin de determinar su eficiencia, efectividad, impacto, sostenibilidad y la pertinencia de sus objetivos

Apreciación de las informaciones acumuladas por el monitoreo con respecto a los objetivos formulados

**FACTOR EXTERNO O SUPUESTO**

Acontecimiento, condición o decisión necesaria para el éxito de un proyecto pero que esta en gran parte o totalmente fuera del control de la administración de un proyecto

**GRUPO BENEFICIARIO**

Beneficiarios directos de un proyecto. Es un grupo específico para beneficio del cual se emprende el proyecto o programa, esta estrechamente relacionado con el impacto y la pertinencia

**IMPACTO**

Cambios positivos y negativos producidos directa o indirectamente como resultado de un programa o proyecto

**INDICADOR**

Unidad de medición que nos indica cual ha sido el avance en el camino hacia nuestros objetivos

Norma de realización que hay que alcanzar a fin de lograr un objetivo

**INSUMO**

Fondos, personal, equipo, etc; de un proyecto necesarios para producir el resultado propuesto

**MATRIZ DE PROYECTO (MP)**

Resumen del diseño del proyecto que identifica los elementos claves, los factores externos y las consecuencias esperadas de la terminación exitosa del proyecto

**MONITOREO**

Observación sistemática y documentación de la implementación del proyecto en base a la planificación

Supervisión continua o periódica de la implementación física de un proyecto para asegurarse que los insumos, actividades, resultados y factores externos sigan desarrollándose de acuerdo al plan

**OBJETIVO DE DESARROLLO U OBJETIVO SUPERIOR**

Principal objetivo global al que el proyecto tiene que contribuir a largo plazo y que explica la razón por la que se implementa

**OBJETIVO INMEDIATO U OBJETIVO DEL PROYECTO**

Razón inmediata de un proyecto. El efecto que se espera que el proyecto vaya a lograr si se completa con éxito a tiempo

**PERTINENCIA**

Grado en que la argumentación y los objetivos de un proyecto son o siguen siendo pertinentes, significativos y válidos en relación con las necesidades y preocupaciones prioritarias identificadas

**PROGRAMA**

Grupo de proyectos o servicios relacionados, dirigidos hacia el logro de objetivos específicos (generalmente similares o relacionados)

**PROYECTO**

Empresa planificada destinada a lograr ciertos objetivos específicos dentro de un presupuesto dado y dentro de cierto período de tiempo

Tarea innovadora que tiene un objetivo definido, debe ser efectuada en un cierto periodo, en una zona geográfica delimitada y para un grupo de beneficiarios; solucionando de esta manera problemas específicos o mejorando una situación existente

**RESULTADO O PRODUCTOS**

Resultados que el proyecto puede garantizar como consecuencia de sus actividades

**VALORACION**

Avalúo global de la pertinencia, factibilidad y sostenibilidad de un proyecto antes de tomar la decisión de emprenderlo o no

**11.3.3.- USOS DEL EML**

El uso del Enfoque del Marco Lógico ayuda a:

Clarificar el propósito y la justificación de un proyecto

Identificar las necesidades de información

Definir claramente los elementos claves de un proyecto

Analizar el entorno del proyecto desde el inicio

Facilitar la comunicación entre las partes involucradas

Identificar cómo habría que medirse el éxito o el fracaso de un proyecto

Lograr una definición realista y clara de los objetivos en una perspectiva a largo plazo

Mejorar la comunicación y cooperación entre el proyecto, la oficina central y la organización contraparte a través de la planificación conjunta, utilizando documentos precisos y definiciones claras

Definir el área de responsabilidad del equipo de un proyecto

Establecer los indicadores para el seguimiento y la evaluación de un proyecto

## 11.3.4.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DEL EML

Entre las *ventajas* que presenta el uso del EML podemos mencionar las siguientes:

- . Asegura que se planteen las preguntas fundamentales y se analicen las debilidades, con el fin de brindar a los que toman las decisiones una información mejor y más pertinente
- . Guía al análisis sistemático y lógico de los elementos claves interrelacionados que constituyen un proyecto bien diseñado
- . Mejora la planificación al hacer resaltar los lazos que existen entre los elementos del proyecto y los factores externos
- . Provee una mejor base para el monitoreo sistemático y el análisis de los efectos de los proyectos
- . Facilita el entendimiento común y una mejor comunicación entre los que toman las decisiones, los directores y las demás partes involucradas en un proyecto
- . La administración y la dirección se benefician de procedimientos estandarizados para recoger y evaluar la información
- . Facilita la realización de estudios sectoriales y comparativos en general
- . A medida que más instituciones utilicen este enfoque, se facilita la comunicación entre los gobiernos y las agencias donantes
- . A través de su uso y del monitoreo sistemático se asegura la continuidad del enfoque cuando se sustituye al personal original del proyecto

Las *limitaciones* que presenta el uso del EML se enumeran a continuación:

Puede surgir una rigidez en la dirección de un proyecto cuando se sobreenfatizan los objetivos y los factores externos especificados al comienzo. Esto se puede evitar por medio de revisiones regulares del proyecto en las que se pueden volver a evaluar y ajustar los elementos claves

Constituye una herramienta analítica general. Es neutra en términos de políticas, en cuanto a cuestiones de distribución del ingreso, oportunidades de empleo, acceso a los recursos, participación local, costo y factibilidad de estrategias y tecnología, o los efectos sobre el medio ambiente

Es solamente una herramienta entre muchas que se puede usar durante la preparación, implementación y evaluación de un proyecto y no sustituye el análisis del grupo beneficiario, el análisis costo-beneficio, la calendarización, el análisis del impacto, etc

Solamente es posible lograr todos los beneficios por medio de la capacitación sistemática de todas las partes involucradas y de un seguimiento metodológico

#### **11.3.5.- PRINCIPIOS BASICOS DEL PPO**

La planificación de proyectos por objetivos está basada en los siguientes principios básicos, los cuales son sencillos.

La cooperación entre el personal del proyecto y las entidades contrapartes es más fácil y productiva si todos se han puesto de acuerdo sobre objetivos que han sido expresados claramente

Se analizan los problemas, sus causas y efectos respectivos. Sobre esta base se formulan objetivos factibles y efectivos

Los problemas y sus causas no se encuentran aislados: guardan estrecha relación con personas, grupos y organizaciones. Por lo cual, solo se pueden tratar los problemas si se dispone de un panorama integral de los grupos interesados, individuos e instituciones involucradas

Durante la fase analítica del trabajo se registran los resultados en los siguientes documentos:

- . Análisis de la Participación
- . Arbol de Problemas
- . Arbol de Objetivos, indicando posibles Soluciones y Alternativas

### **11.3.6.- PRINCIPALES PASOS DEL PPO**

La planificación de Proyectos orientada a Objetivos consta de dos pasos fundamentales, estos son:

#### **11.3.6.1.- ANALISIS DE UNA SITUACION EN LA QUE SE IDENTIFICAN LAS RELACIONES CASUALES ESENCIALES Y MAS DIRECTAS**

Para realizar este paso, es necesario efectuar cuatro pasos consecutivos, los cuales son:

- . Análisis de la Participación
- . Análisis de Problemas
- . Análisis de Objetivos
- . Análisis de Alternativas

A continuación haremos una breve descripción de cada uno de los pasos anteriormente mencionados:

##### **11.3.6.1.1.- ANALISIS DE LA PARTICIPACION**

La falta de conocimiento de los planificadores de desarrollo, tanto del lado donante como del anfitrión, en relación a las personas afectadas por los proyectos de desarrollo es la causa común de problemas en un proyecto determinado.

Por lo tanto, como primer paso hay que desarrollar una imagen global de los grupos de interés, los individuos y las instituciones involucradas en un proyecto de desarrollo.

El análisis de la participación nos ofrece un panorama del grupo de beneficiarios del proyecto y de todas las otras personas, instituciones, etc., que participan en o son afectadas por un proyecto.

Para realizar esta fase se recomienda seguir los siguientes lineamientos:

- . Anotar los grupos importantes, personas, instituciones relacionadas con el proyecto o que se encuentran en su área de influencia
- . Formar categorías de los mismos (por ejemplo: beneficiarios, grupos de beneficiarios, organizaciones, autoridades, etc)
- . Examinar los grupos y personas anotadas para constatar si son unidades homogéneas o si, por el contrario, existen agrupaciones mas pequeñas o individuos con problemas o intereses específicos que pueden ser identificados y anotados en forma separada
- . Caracterizar y analizar los grupos
- . Decidir cuáles intereses y puntos de vista hay que priorizar cuando se analicen los problemas. Se puede efectuar un análisis detallado de la situación interna de las instituciones o de los grupos interesados y sus relaciones internas

#### 11.3.6.1.2.- ANALISIS DE PROBLEMAS

El análisis de problemas es un *conjunto de técnicas que se utilizan para:*

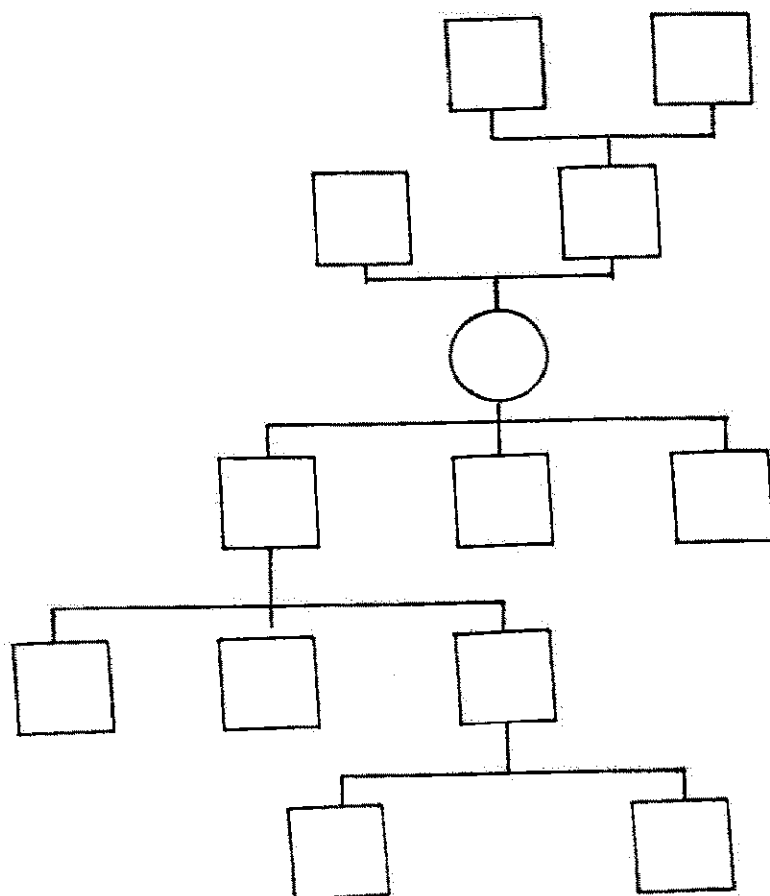
- . Analizar la situación en relación a un problema planteado
- . Identificar los principales problemas en un contexto dado
- . Definir el problema central en una situación dada
- . Visualizar las relaciones de causa-efecto a través de la elaboración de un Arbol de Problemas



*Para elaborar un Arbol de Problemas se recomienda seguirlos siguientes pasos:*

- . Cada miembro del equipo de planificación anotará un problema que considere un problema central en una tarjeta (solamente un problema por tarjeta). Los problemas se expresan como *"estados negativos"*
- . Analizar cada problema central propuesto, realizando una discusión con el fin de llegar a un acuerdo sobre el problema en particular que ha de ser considerado como problema central
- . En caso de no llegar a un acuerdo, se recomienda ordenar todos los problemas centrales propuestos hacia arriba y hacia abajo según las causas y efectos; para intentar nuevamente llegar a un acuerdo sobre el problema central en base a la visión de conjunto obtenida de esta manera. Hay que evitar en lo posible el recurso de votación para obtener una decisión mayoritaria
- . Anotar las causas esenciales y directas del problema central, las que se colocan en forma paralela, debajo del problema central
- . Anotar los efectos esenciales y directos del problema central, estos se colocarán en forma paralela por encima del problema central
- . Presentar las causas y efectos siguiendo el mismo principio, con el fin de formar varios niveles causales y ramificaciones
- . Revisar el esquema completo y verificar su validez e integridad. El análisis del problema se concluye cuando los participantes están convencidos de que toda la información está incluida en la red, para poder explicar las principales relaciones causa-efecto que caracterizan al problema

El siguiente modelo nos muestra la forma de elaborar un Arbol de Problemas



#### 11.3.6.1.3.- ANALISIS DE LOS OBJETIVOS

En este paso se describe la situación futura que será alcanzada mediante la solución de los problemas y se identifican las posibles alternativas para el proyecto.

En el Análisis de los Objetivos, el árbol de problemas se transforma en un "Arbol de Ojetivos", el cual se analiza.

El *procedimiento que se utiliza para transformar el Arbol de Problemas en Arbol de Objetivos*, se detalla a continuación:

- . Reformular todos los problemas de arriba hacia abajo convirtiéndolos en objetivos, para ello se transforman una condición positiva en el futuro
- . El problema central también se transforma en objetivo pero no se destaca posteriormente
- . Si las afirmaciones no tienen sentido después de haber sido reformuladas a partir de los problemas, se puede escribir un *Objetivo de Sustitución* o dejar el problema como tal, también se pueden eliminar objetivos que no sean efectivos o necesarios
- . Averiguar si los objetivos corregidos en un nivel son suficientes para lograr el objetivo del siguiente nivel. No siempre cada relación causa-efecto se convierte automáticamente en una relación medio-fin, ya que esto depende de la reformulación
- . Trazar líneas para indicar las relaciones medios-fin

#### 11.3.6.1.4.- ANALISIS DE ALTERNATIVAS

El *Análisis de Alternativas se realiza con el propósito de:*

- . Identificar soluciones alternativas que pueden llegar a ser estrategias del proyecto
- . Seleccionar una o más estrategias potenciales del proyecto
- . Dedicidir la estrategia a adoptarse por el proyecto

El *Análisis de Alternativas* se puede efectuar realizando los siguientes pasos:

Identificar las ramas medios-fines que tienen relación en el Arbol de Objetivos que puedan convertirse en posibles componentes del proyecto y trazar con un lápiz un círculo alrededor de ellas. Las ramas medios-fines constituyen las opciones alternativas

Eliminar los objetivos que obviamente no son deseables o posibles de conseguir

Designar un número o una expresión descriptiva a las opciones alternativas

Evaluar y seleccionar las opciones alternativas en base a los siguientes criterios: costo total, beneficio para los grupos prioritarios, probabilidad de lograr los objetivos y riesgos sociales entre otros

El equipo de planificación debe considerar estos criterios en relación con las soluciones alternativas y hacer una primera evaluación (por ejemplo: alto/bajo, +/-; extensivo/limitado) con el objetivo de acordar una estrategia de proyecto

#### 11.3.6.2.- ELABORACION DE LA MATRIZ DE PLANIFICACION DEL PROYECTO

La Matriz de Planificación del Proyecto *resume en una página la siguiente información:*

Porqué se lleva a cabo el proyecto

Que se desea lograr con el proyecto

Cómo se alcanzarán los resultados/productos del proyecto

Qué factores externos son imprescindibles para el éxito del proyecto

Cómo se puede establecer el éxito del proyecto

Dónde se pueden conseguir los datos necesarios para establecer el éxito del proyecto

Cuánto costará el proyecto

La Matriz de Planificación del Proyecto debe contar con la siguiente información:

- Objetivos y Actividades a realizar
- Supuestos importantes
- Indicadores Verificables Objetivamente
- Fuentes de Verificación

El siguiente esquema representa un ejemplo de una MPP

Resumen de Objetivos/Actividades	Indicadores Verificables Objetivamente	Fuentes de Verificación	Supuestos Importantes
<b>OBJETIVO DE DESARROLLO</b>  El objetivo superior al cual se espera que el proyecto vaya a contribuir.  (Mencionar grupos de beneficiarios).	Medidas (directas o indirectas) para averiguar hasta qué grado se ha cumplido el Objetivo de Desarrollo.		Acontecimientos importantes, condiciones o decisiones necesarias para sostener los Objetivos a largo plazo.
<b>OBJETIVO INMEDIATO</b>  El efecto que se espera lograr como resultado del proyecto.  (Mencionar grupos de beneficiarios).	Medidas (directas o indirectas) para averiguar hasta qué grado se ha cumplido el Objetivo Inmediato.		Acontecimientos importantes, condiciones o decisiones fuera del control del proyecto que tienen que prevalecer para lograr el Objetivo de Desarrollo.
<b>RESULTADOS/PRODUCTOS</b>  Los resultados que la dirección del proyecto debería poder garantizar.  Mencionar grupos de beneficiarios).	Medidas directas o indirectas para averiguar hasta qué grado se producen los resultados.		Acontecimientos importantes, condiciones o decisiones fuera del control de la dirección del proyecto necesarios para lograr el Objetivo Inmediato.
<b>ACTIVIDADES</b>  Las actividades que el proyecto tiene que emprender a fin de producir los resultados.	<b>INSUMOS</b>  Bienes y servicios necesarios para emprender las actividades.		Acontecimientos importantes fuera del control de la dirección del proyecto, necesarios para producir resultados.

### 11.3.6.2.1.- PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA MATRIZ DE PLANIFICACION DEL PROYECTO

El proyecto escogido se deriva del Arbol de Objetivos y este se transferirá a la primera columna vertical de la Matriz de Planificación.

La Matriz de Planificación contará de algunos elementos, los que se ubicarán de arriba hacia abajo en la misma; estos elementos son los siguientes:

#### 11.3.6.2.1.1.- OBJETIVO DE DESARROLLO

El Objetivo de Desarrollo, también denominado *Objetivo Superior describe el objetivo anticipado a largo plazo hacia el cual contribuirá el proyecto o sea la Justificación del Proyecto*, el progreso de este dependerá de varios proyectos o procesos relacionados que se sitúen más allá del control del proyecto.

Este tiene que ser consistente con la política de desarrollo del país y con las líneas directrices de la política del donante. Además debe representar una justificación suficiente para el proyecto y no ser demasiado amplio y ambicioso, debe ser realista lo cual aumentará la probabilidad de éxito del mismo. Tiene que ser expresado como un fin deseado y no como un medio, y en términos averiguables y no debe contener dos o más objetivos que estén casualmente relacionados.

#### 11.3.6.2.1.2.- OBJETIVO INMEDIATO

Al Objetivo Inmediato, también se le llama *Objetivo del Proyecto y presenta los impactos previstos o anticipa los beneficios del proyecto en forma de una condición futura claramente definida, fuera del control directo del proyecto*.

Una vez que este se alcance, contribuye al logro del Objetivo de Desarrollo.

Este tiene que consistir de un solo objetivo, ser definido de manera concreta y verificable, formulado como un estado deseado y ser realista (es probable que ocurra una vez producidos los resultados del proyecto)

**11.3.6.2.1.3.- RESULTADOS O PRODUCTOS**

Los resultados o productos son *expresados en forma de objetivos que el jefe del proyecto debe alcanzar y sostener*

El logro del *Objetivo Inmediato* requiere que el proyecto produzca ciertos resultados en diferentes etapas a través del período de implementación del mismo.

Los resultados tienen que ser *definidos de manera concreta, verificable y factibles dentro de los recursos disponibles*. Cada resultado puede considerarse como un medio necesario para lograr el objetivo inmediato.

**11.3.6.2.1.4.- ACTIVIDADES**

Las actividades son el *trabajo, las investigaciones o las tareas que llevará a cabo el personal del proyecto que participa en el mismo que son necesarias para producir los resultados anticipados*.

Para cada resultado se anotarán una o varias actividades. Solo se deben incluir las actividades que el proyecto tiene ejecutar, estas tienen que ser planteadas en términos de acción que se emprenden y no en términos de resultados alcanzados.

Hay que procurar no anotar demasiadas actividades en detalle, sino que indicar la estructura básica y la estrategia del proyecto.

Se pueden enumerar las actividades, relacionándolas con los con los resultados o productos; esto sirve para indicar la secuencia de eventos o prioridades a realizar.

Otros elementos importantes de la Matriz de Planificación del Proyecto son los siguientes:

**11.3.6.2.1.5.- INSUMOS**

Los insumos son *todos los recursos que se van a usar en el proyecto en términos de fondos, personal, equipo, servicio, etc suministrados por el donante, el país anfitrión, las ONG, etc.*

Son condiciones necesarias y suficientes para emprender las actividades planeadas; estos deben ser definidos de manera concreta y verificable (cantidad, calidad, costos) para poder juzgar si estos son adecuados al proyecto.

Durante la planificación detallada del programa hay que describir mas detalladamente los insumos.

La especificación de los insumos es necesaria para poder calcular la oferta de implementación del proyecto y para calcular los costos.

El financiamiento del proyecto no cubre los costos por bienes y materiales o de personal, sino aquellos fondos que serán empleados directamente en efectivo.

Los recursos humanos se expresan en meses-hombre, en forma separada y por actividad individual.

#### **11.3.6.2.1.6.- INDICADORES VERIFICABLES OBJETIVAMENTE (IVO)**

Los Indicadores Verificables Objetivamente (IVO) *fijan el nivel de efectividad necesario para el logro del Objetivo de Desarrollo, Objetivo Inmediato y los Resultados o Productos (OD, OI y R/P) y especifican las pruebas necesarias para establecer si estos fueron alcanzados.*

Lo ideal es que las medidas suministradas por los indicadores sean lo suficientemente exactas para que el indicador sea verificable objetivamente.

*Un Indicador es Verificable Objetivamente si diferentes personas que han usado el mismo procedimiento de medición obtienen los mismos resultados en forma independiente unas de otras.*

En las primeras etapas de la planificación, los indicadores son solamente valores guías (valores comparativos) que sirven para analizar el concepto del proyecto; por lo tanto hay que volver a revisarlos cuando el proyecto se vuelva operativo (en el area del proyecto) y sustituirlos por indicadores específicos del proyecto.



Es mejor tener varios indicadores en vez de uno, ya que los indicadores únicos pocas veces dan una idea global del cambio.

Los indicadores pueden ser Directos o Indirectos; un Indicador Directo es aquel que refleja los cambios buscados directamente por el proyecto (por ejemplo toneladas producidas) y el Indirecto es aquel en el cual no es posible o económico medir el cambio directamente (el nivel de vivienda como indicador del ingreso del agricultor).

Los indicadores tienen que ser específicos en términos de cantidad, calidad, tiempo, ubicación y grupo beneficiario; y sirven de base para el monitoreo y la evaluación.

Cada indicador debe reflejar hechos y no impresiones subjetivas, debe tener el mismo sentido tanto para los partidarios del proyecto como para los escépticos informados.

Los indicadores son útiles solamente hasta donde se pueda generar medios de verificación.

Hay que sustituir los indicadores caros, que toman mucho tiempo o que no son confiables por indicadores verificables.

Los indicadores que son demasiado caros, en base a un cálculo de costos y beneficios deben ser reemplazados por controles más simples y baratos.

Cada indicador refleja una prueba de logro, por lo que no se puede usar el mismo indicador para más de un objetivo.

#### 11.3.6.2.1.6.1.- CARACTERISTICAS DE UN BUEN INDICADOR

Las características que debe poseer un BUEN INDICADOR son las siguientes:

- **ESENCIAL (Sustantivo)**

Tiene que reflejar el contenido específico de un objetivo en términos precisos

- **VEROSIMIL (Plausible)**

Significa que los cambios registrados puedan atribuirse directamente al proyecto.

**ORIENTADO A LOS OBJETIVOS**

Significa que las relaciones medios-fines entre los niveles en la MPP son suficientes en cuanto a la calidad y el tiempo para alcanzar el nivel inmediato superior

**INDEPENDIENTE EN LOS DIFERENTES NIVELES**

Tiene que diferir en su contenido de aquel que se encuentra en el nivel inmediato inferior a él, de manera que el grado de cumplimiento de los objetivos puedan ser medidos directamente y en forma independiente de los insumos empleados

**BASADO EN DATOS OBTENIBLES**

Esto significa que los indicadores deben basarse en datos fácilmente disponibles o que se puedan recopilar con un esfuerzo suplementario razonable como parte de la administración del proyecto

**11.3.6.2.1.7.- FUENTES DE VERIFICACION (FDV)**

Son las fuentes de información que serán utilizadas para verificar cada indicador; a estas hay que darles una numeración correspondiente a la de los indicadores. Se requiere que el medio de verificación (estadísticas, observación, registros) sea confiable y actualizado.

Los indicadores que no posean fuentes apropiadas de verificación deberán ser reemplazados por indicadores verificable.

Es necesario identificar fuentes apropiadas de verificación fuera del proyecto, en caso contrario la información necesaria debe ser recolectada, procesada y almacenada internamente por el mismo proyecto. En este caso las actividades individuales necesarias para esto tendrán que ser incorporadas como actividades en la columna de actividades y calculadas en la especificación de insumos y costos.

Habrán casos en que el mismo proyecto tenga que generar la información (por ejemplo a través de encuestas, estudios a fondo etc).

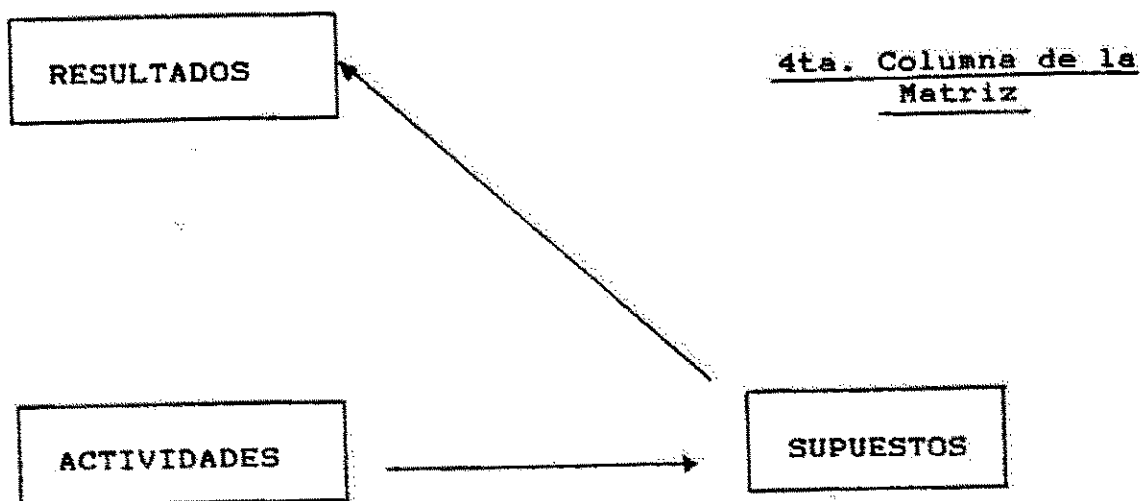
## 11.3.6.2.1.8.- SUPUESTOS

Son factores externos al control del proyecto que son necesarios para el éxito del mismo.

Estos se pueden obtener del Arbol de Objetivos, se expresan de manera positiva y se valoran según la importancia y el grado de factibilidad.

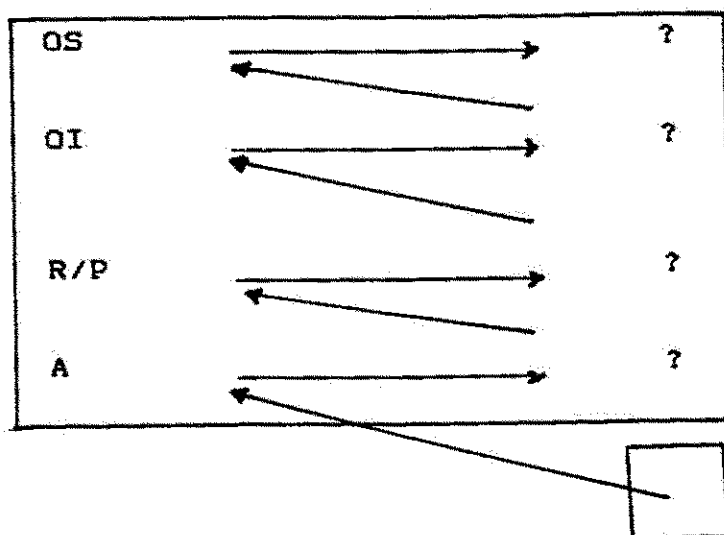
Es necesario examinar si las actividades conducen directamente a los resultados o productos esperados o si para ello debe tener lugar un acontecimiento adicional externo al proyecto (supuesto).

Lo antes expuesto se explica en el siguiente esquema que se presenta a continuación:



Se recomienda empezar desde abajo (base) en la MPP y averiguar en todos los niveles si las propuestas siguen un orden lógico y si están completas; ya que cada nivel debe contener las condiciones necesarias y suficientes para lograr el siguiente nivel superior.

Esto se explica en el esquema que se muestra a continuación:



Supuestos para  
sostener  
los impactos a largo  
plazo

Condiciones previas  
al proyecto:  
requisitos para  
implementar las  
actividades

Los supuestos que son requisito imprescindible para alcanzar el nivel inmediato superior se recomienda marcarlos con un signo de exclamación.

Es necesario analizar los supuestos uno por uno en todos los niveles de la MPP y averiguar su importancia y probabilidad.

Los supuestos importantes hay que describirlos operativamente con tal grado de detalle (si es posible con indicadores) para poder apreciar si los requisitos externos se han cumplido.

Se recomienda eliminar los supuestos que tienen muchas probabilidades de ocurrir o que no son muy importantes para el futuro del proyecto.

Los Supuestos Letales o Mortales no deben incluirse en el planeamiento; en el caso de existir debe modificarse la planificación o abandonar el proyecto sino pueden ser eliminados por medio de un concepto menos arriesgado.

Un Supuesto Letal o Mortal, es un supuesto (factor externo) para el futuro pero que no es probable que ocurra. Estos se marcan con un signo de interrogación.

#### 11.4.- EL ANALISIS Y PLANIFICACION A TRAVES DEL FODA

##### 11.4.1.- GENERALIDADES

El análisis y planificación a través del FODA es un *instrumento de autoevaluación y dirección de proyectos. Es una herramienta modesta que nació en Suiza al introducir sistemas de autoevaluación y de monitoreo y de evaluación, tanto en la cooperación al desarrollo como en el asesoramiento en el campo de la formación.*

El método FODA fué elaborado por los consultores de KED/CDC (Cultura-Desarrollo-Comunicación) y en colaboración con la COSUDE lo han adaptado a las necesidades de la cooperación al desarrollo.

Este grupo de consultores fué creado en 1983 por varios especialistas de ciencias sociales.

*El FODA es un método que permite delinear un mapa de experiencias y de esperanzas, es un procedimiento sencillo, que presenta la ventaja de ser comprensible independiente de la cultura; y se presta para un trabajo de grupo con 5 a 10 integrantes.*

El análisis y planificación a través del FODA, también es conocido con la siglas de EDPO, SEPO, SOFT y EDOR. A continuación se presenta el significado de estas siglas:

S	ucces	:	Exitos	E	:	Exitos
E	checs	:	Deficiencias	D	:	Deficiencias
P	otentiales	:	Potencialidades	P	:	Potencialidades
O	bstacles	:	Obstáculos	O	:	Obstáculos

S	:	Satisfactions	:	Logros
O	:	Oportunities	:	Potencialidades
F	:	Faults	:	Fallas
T	:	Threats	:	Riesgos

F	:	Fortaleza	E	:	Exito
O	:	Oportunidades	D	:	Debilidades
D	:	Debilidades	O	:	Oportunidades
A	:	Amenazas	R	:	Riesgos

#### 11.4.2.- *MARCO CONCEPTUAL*

En la definición expuesta de FODA, hemos puntualizado que es un una herramienta que introduce sistemas de monitoreo, evaluación y autoevaluación en un proyecto, por lo que es importante que definamos estos términos.

##### *MONITOREO*

Observación sistemática y documentación de la implementación del proyecto en base a la planificación

##### *EVALUACION*

Apreciación de las informaciones acumuladas por el monitoreo con respecto a los objetivos formulados en el proyecto

Sacar toda una serie de enseñanzas del pasado con el objetivo de dirigir nuestras acciones hacia el futuro; para lo cual se recoge información accesible basándonos en indicadores específicos (monitoreo) y luego se analiza la información según criterios más o menos obvios (evaluación)

##### *AUTOEVALUACION*

Significa tener la valentia a mirar uno mismo donde se sitúan exactamente nuestros puntos fuertes y nuestras fallas

El monitoreo y la evaluación nos permiten:

- . Medir progresos
- . Descubrir aspectos que se pueden mejorar
- . Poder reaccionar rápidamente a cambios en el "ambiente" del proyecto (por ejemplo: eventos imprevisibles)
- . Crear una memoria del proyecto
- . Estar mejor preparados para futuras planificaciones

#### 11.4.3.- CARACTERISTICAS DEL MONITOREO Y LA EVALUACION

En el siguiente cuadro se presentan algunas características particulares del Monitoreo y la Evaluación

MONITOREO	EVALUACION
<ul style="list-style-type: none"><li>.. Proporciona los elementos para la evaluación</li><li>. Proceso interno de un proyecto</li><li>. Puede realizarse con la participación de los destinatarios (beneficiarios)</li><li>. Funciona a nivel de actividades, resultados, objetivo y finalidad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. Puede ser un proceso interno de un proyecto (autoevaluación) como también puede ser un proceso externo (evaluación externa)</li><li>. Se evalúa a nivel de eficiencia, eficacia, impacto y sostenibilidad</li><li>. Realizable con la participación de los destinatarios (beneficiarios)</li></ul>

Mediante la *Autoevaluación podemos efectuar:*

- . Un control (autocontrol) sobre los avances concretos de nuestras acciones (Evaluación y Monitoreo)
- . La verificación de nuestra base de información, los conceptos y las estrategias para la planificación de las acciones futuras (Evaluación y Monitoreo)
- . El aprendizaje continuo en base a las formas de la "*comunicación*" entre diferentes niveles de actores; o sea posibilita un verdadero trabajo en equipo

Asimismo la *Autoevaluación puede fomentar:*

- . Una mayor identificación de nuestros objetivos y tareas, a través de un proceso continuo de autoresponsabilización
- . Más dedicación en las actividades de evaluación y monitoreo
- . Más seguridad en nuestras propias propuestas y ofertas hacia los otros actores en el proyecto
- . La sostenibilidad de nuestras acciones en el conjunto de los actores

Los *participantes en una Autoevaluación de un proyecto pueden ser:*

- . Todos los integrantes del equipo de un proyecto
- . Los beneficiarios
- . Entidades ejecutivas afines (en el marco interinstitucional)
- . Instancias externas



**11.4.4.- VENTAJAS DEL FODA**

El FODA favorece:

La presentación de experiencias diferentes a cargo de varios grupos de actores

El trabajo participativo en el análisis de experiencias y observaciones

El respeto mutuo de experiencias, opiniones y apreciaciones que provienen de los más desfavorecidos a nivel social

La elaboración de un "lenguaje" común y la búsqueda de soluciones paso a paso

El comienzo de la autoevaluación y la construcción de un sistema de evaluación integrado que refuerce el papel de los participantes en la dirección autónoma

La combinación de la evaluación (mirada retrospectiva) con la reorientación de objetivos y la planificación

**11.4.5.- UTILIZACION DEL FODA EN LA PLANIFICACION**

El *procedimiento FODA en la planificación es útil porque:*

Facilita el inicio de la planificación porque pone de relieve experiencias, frustraciones, esperanzas y temores de los afectados con vistas a cambios en el futuro

Saca a luz las diferentes visiones de diversos actores y revela su sentido

Favorece la búsqueda de intereses y valores comunes

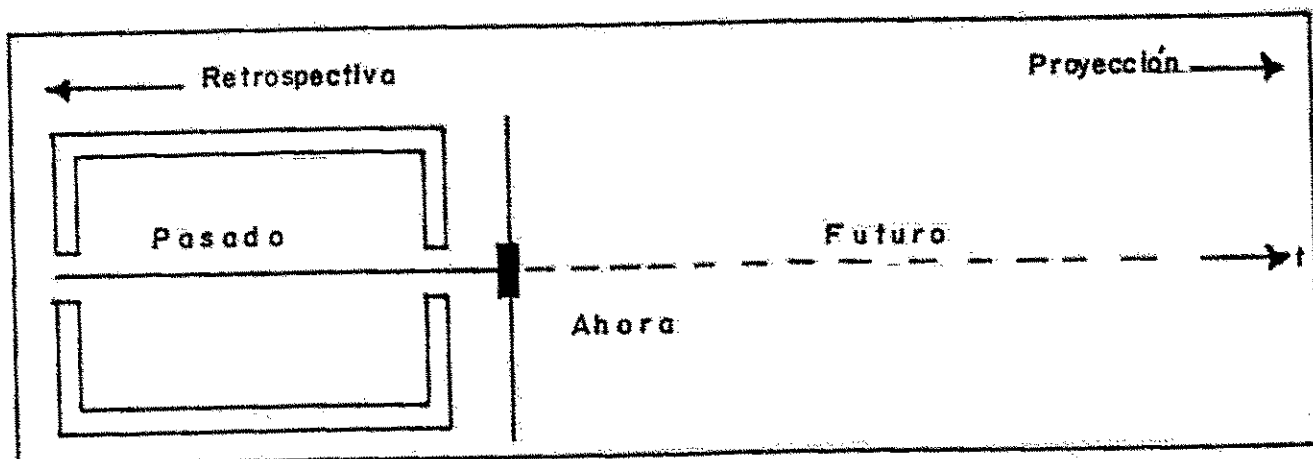
Permite combinar la mirada hacia atrás con una visión del futuro de modo que se puede iniciar una acción conjunta

La utilización del método FODA radica en los significados siguientes:

- Se edifica sobre lo que los actores saben y realizan. Se enlaza la capacidad de los actores y el interés que muestran en monitorear y evaluar su trabajo por si mismos
- Se crean oportunidades para que los actores constaten los efectos de sus esfuerzos en la realización de los objetivos
- Se deja descubrir si el volumen de trabajo y los medios empleados se revelan eficaces y rentables
- Se da a los actores la oportunidad de observar el proyecto dentro de un amplio marco en el espacio y en el tiempo
- Se desarrolla y fortalece la conciencia de una responsabilidad común

El FODA invita a esclarecer una experiencia o actividad anclada en el pasado. Posiciona la experiencia sobre el eje del tiempo.

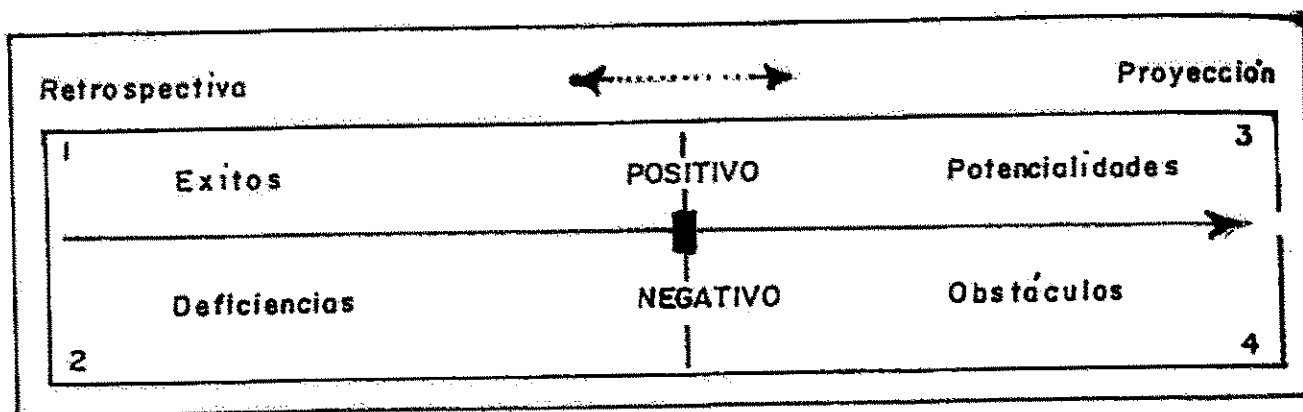
Lo antes expuesto se puede aclarar con la interpretación del esquema que se presenta a continuación.



En el esquema anterior podemos analizar que la vision retrospectiva como la proyección en el futuro se complementan después, gracias a criterios de valoración sencilla (positivo, negativo). Lo cual da origen a la denominada "Ventana del FODA", la cual esta compuesta de cuatro cuadros.

#### 11.4.6.- VENTANA DEL FODA

A continuación se presenta en un esquema un ejemplo de una Ventana del FODA.



En los cuatro cuadros de la ventana, se anotarán las experiencias de la siguiente forma:

- F : Se anotarán los éxitos cualitativos y cuantitativos, objetivos alcanzados, puntos fuertes, satisfacción, divertimiento
- O : Se anotarán las oportunidades, ideas, deseos, tendencias, capacidades sin explotar
- D : Se anotarán las fallas, puntos débiles, dificultades, embarazos, inquietudes, agobios
- A : Se anotarán los estorbos, oposiciones, contexto adverso

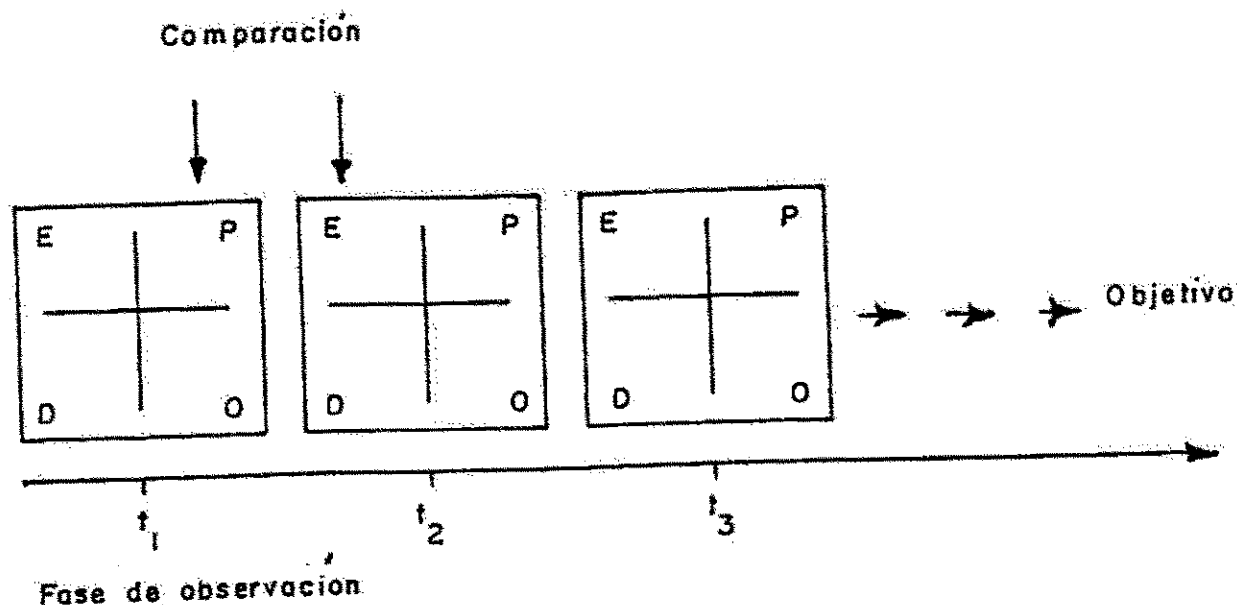
Es indispensable respetar el orden del 1 al 4 de la ventana FODA y empezar con los éxitos alentadores.

Se recomienda efectuar varios análisis de FODA para formar una fila en el eje del tiempo.

El lado del futuro Ventana de la Derecha, debe reflejarse en el lado del pasado de la Ventana Izquierda en el FODA siguiente. De este modo los miembros de los grupos pueden presentar fórmulas independientes para compilarlas después de forma continua en ventanas de mayor dimensión (Monitoreo) y analizar periódicamente (Evaluación).

A través de esta repetición continua, el FODA se convierte en un instrumento de planificación, evaluación y realización altamente desarrollado.

El siguiente esquema nos explica de forma sencilla lo antes expuesto.



Para poder medir el alcance final de los proyectos definidos se pueden integrar indicadores (miras) sencillos y plausibles en la parte izquierda de la ventana FODA. De esta manera el debate sobre las potencialidades y los obstáculos se vincularán aún más con las experiencias del pasado.

Al formular los indicadores se debe considerar que hay que lograr un equilibrio entre los factores mensurables (por ejemplo la cantidad de semilla producida) y los factores indefinidos (por ejemplo, requisitos, calidad de la cooperación, claridad de los objetivos comunes).

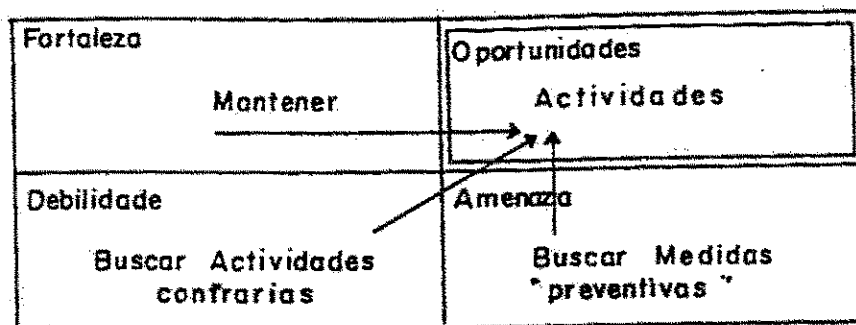
Con este tipo de aplicación práctica, el FODA constituye un método sumamente eficaz; por lo que es posible elaborar unos cuantos indicadores plausibles a partir de los resultados obtenidos a través de su utilización.

#### **11.4.7.- RECOMENDACIONES GENERALES PARA REALIZAR UN FODA**

Entre las recomendaciones a seguir para llevar a cabo el procedimiento adecuado del FODA; caben destacarse las siguientes:

- . Establecer el esquema (Ventana) sobre una pizarra o un papel sábana
- . Mediante el uso de tarjetas y un tablero recopilar la lluvia de ideas selectivas
- . El moderador puede ordenar las tarjetas junto con los participantes
- . El moderador en ciertos casos, anotará en forma sistemática las ideas
- . Es necesario discutir todas las ideas presentadas
- . Es preciso priorizar las ideas de acuerdo a su viabilidad descartar las ideas no viables

El esquema (Ventana) a construirse debe seguir el siguiente modelo:



En síntesis podemos decir, que el FODA se basa en la capacidad fundamental que poseamos de reactualizar el pasado de modo permanente y anticipar el futuro, añadiendo cuatro preguntas fundamentales a estas dos dimensiones.

## **CAPITULO XII**

### **EL ENFOQUE GLOBAL DE LA CONSERVACION DE SUELOS A LA AGRICULTURA SOSTENIBLE**

## 12.1- INTRODUCCION

La conservación del ambiente, el manejo adecuado de los recursos naturales y la sostenibilidad de la producción agropecuaria a largo plazo, constituyen los desafíos que actualmente la humanidad tendrá que afrontar; para poder asegurar a las generaciones futuras la opción de disfrutar, por lo menos, del mismo nivel de bienestar de sus antecesores.

La agricultura tradicional practicada por nuestros aborígenes, consistente en el sistema Roza-Tumba-Quema fue un tipo de agricultura sostenible en su tiempo. Con este sistema de agricultura pudieron subsistir en nuestro país nuestros primeros pobladores, dando lugar al florecimiento de culturas avanzadas; pero con el aumento demográfico y el despale, la disponibilidad de tierras fue menor y este sistema dejó de ser sostenible.

Con la modernización de la agricultura nicaragüense en la década de los años 50, fueron implementadas una serie de tecnologías que modificaron profundamente el sistema de producción tradicional. La introducción de estos nuevos paquetes tecnológicos estuvo estrechamente vinculado al cultivo del algodón principalmente en la planicie de occidente del país.

La mecanización intensiva, el uso de insumos importados y semillas mejoradas, el impulso de la investigación informal, la educación superior agropecuaria, son algunos ejemplos de los avances introducidos que produjeron inicialmente un enorme auge económico denominado el "Boom Algodonero en Nicaragua". Desde entonces el uso de plagicidas en nuestro país ha sido el mas intensivo de Centroamérica.

El Boom del algodón que dio paso al monocultivo y a la mecanización junto con la introducción de variedades híbridas y agroquímicos; trajo consecuencias sociales y ecológicas al país; como por ejemplo: el desplazamiento de los pequeños campesinos a tierras marginales y el deterioro de nuestros recursos naturales, entre otros. Además esto produjo la desertificación de la región de occidente, el proceso de desecamiento de los ríos, graves procesos de erosión hídrica y eólica en los terrenos agrícolas, deterioro de las cuencas hidrográficas, escasez creciente de leña, reducción de la diversidad genética, extinción de especies de fauna y flora.



Por otro lado, la sobredosificación de agroquímicos y el laboreo mecanizado intensivo de los suelos han sido factores determinantes para provocar la contaminación de las fuentes de agua, el desbalance ecológico que produce los problemas de explosión de plagas y el incremento de las enfermedades bronco respiratorias en la población.

La implementación del modelo agroexportador basado en el monocultivo y comercialización de unos pocos productos agropecuarios, a mediano y largo plazo, en vez de elevar significativamente los índices productivos nacionales, creó las condiciones objetivas para el deterioro progresivo de los recursos naturales a nivel nacional y con la dependencia e insostenibilidad de la producción agropecuaria en Nicaragua.

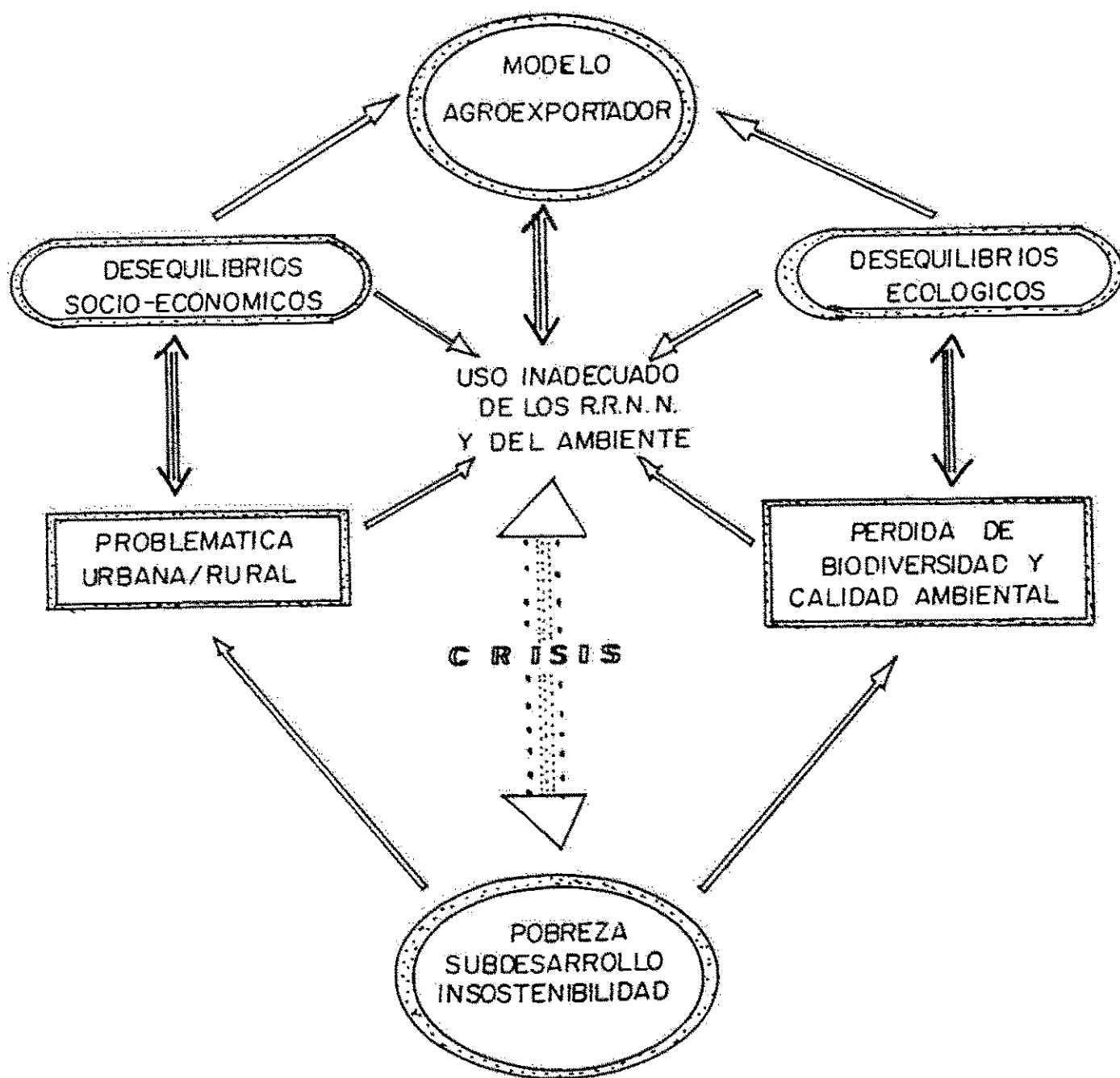
El modelo de desarrollo que ha predominado en nuestro país, ha conducido a la adopción de políticas no sostenibles. Ha faltado implementar la producción agropecuaria bajo la perspectiva de SISTEMAS, haciendo ver que la parcela, la finca, nuestro país y el mundo entero es un sistema complejo. Por lo que debemos conocer muy bien los componentes de nuestros sistemas de producción, las interrelaciones que se dan entre estos; con el objetivo de manejar los sistemas de manera que siempre tengamos producción económicamente rentable y ecológicamente sana.

La estrategia de desarrollo y las políticas económicas en las décadas pasadas en Nicaragua, al igual que en otras partes de América de Latina, han causado un serio deterioro de los recursos naturales, poniendo en peligro la base para la producción agropecuaria.

Como alternativa para la estrategia de desarrollo del pasado, es necesario plantear la necesidad de otra estrategia que tome en cuenta la preservación del capital que significa el patrimonio del medio ambiente. Esto es un "Desarrollo Sostenible", que busque como satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para alcanzar sus propias necesidades.

La agricultura como actividad económica, incide en el deterioro del medio ambiente. Es por ello que en la actualidad se habla de "Agricultura Sostenible" como una forma de manejar la producción agropecuaria, para que pueda satisfacer las necesidades humanas, al mismo tiempo que mejore la calidad del medio ambiente y se conserven los recursos naturales.

El siguiente diagrama nos muestra el tipo de modelo económico insostenible a mediano plazo que se ha implementado en Nicaragua (Fuente: ECOT-PAF-IRENA, 1991)



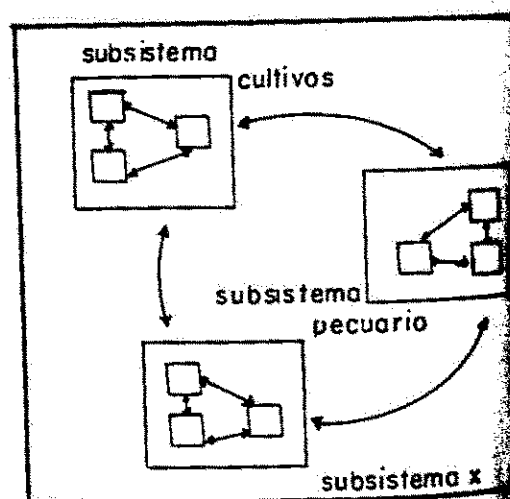
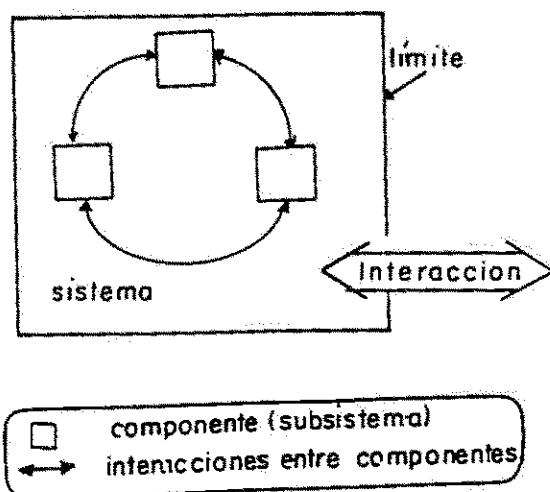
## 12.2.- CONCEPTO DE SISTEMA DE PRODUCCION

En párrafos anteriores puntualizamos que para tener una *producción económicamente rentable y ecológicamente sana*, es necesario implementar la *producción agropecuaria bajo la perspectiva de SISTEMA*, por lo tanto es necesario que definamos primero el término de Sistema para poder comprender mejor lo anteriormente expuesto.

Un **SISTEMA**: es cualquier unidad compuesta por elementos que interactúan entre sí, lo cual en conjunto permite identificar los límites del sistema, además este interactúa con el medio externo y es aquella parte del ambiente que esta bajo consideración primaria.

Para su estudio, un sistema puede ser ubicado en una jerarquía de sistemas como: Suprasistema, Sistema y Subsistema.

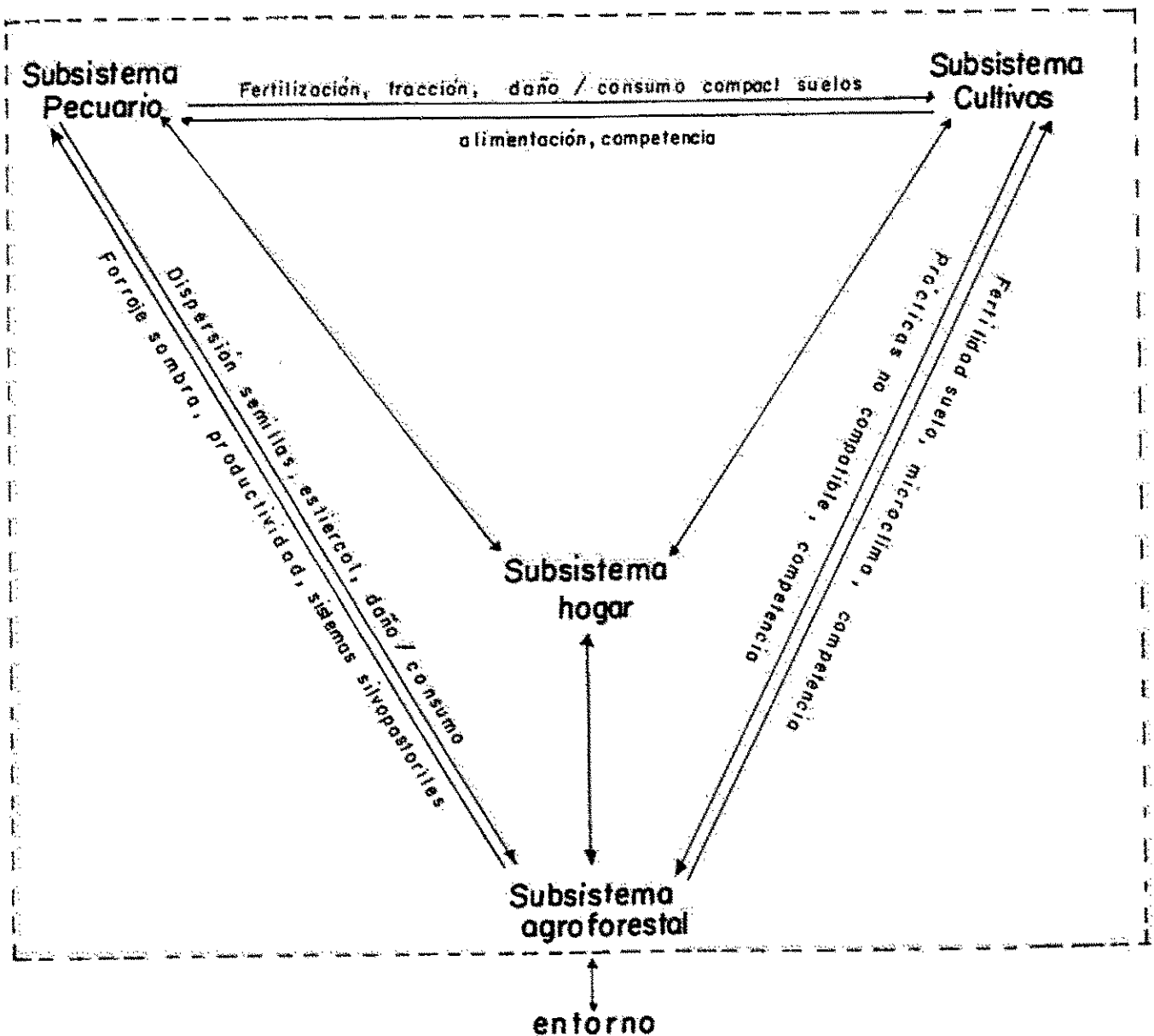
Los siguientes esquemas muestran un Sistema con sus componentes, con sus interacciones internas y con la interacción externa con el entorno (otros sistemas)



El esquema (1) nos muestra un Sistema como un conjunto de componentes con las interacciones internas y la interacción externa con el contorno (otros sistemas).

El esquema (2) representa un Sistema de Finca Simplificado, donde los componentes que constituyen este sistema son los Subsistemas, generalmente de cultivos, ganado, etc.

A continuación se esquematiza una Finca como un Sistema; los diversos componentes de la finca serían los Subsistemas y la Región (cuenca, división política) conteniendo muchas fincas (sistemas) sería el Suprasistema



La división anteriormente descrita es arbitraria, ya que para una persona que estudie la producción de un cultivo, podría considerar al cultivo como un sistema.

*La Finca se considera como un Sistema, del cual la familia es parte fundamental y el cual tiene interacciones con el ambiente. La Familia Campesina no se debe ver y analizar como un ente monolítico, sino como un grupo dentro del cual hay convergencia y posible divergencia de opiniones y necesidades entre los miembros.*

*La familia es un ente que integra los múltiples componentes de la producción campesina; ya que son los miembros del hogar quienes toman la decisión de como producir y cómo distribuir los productos, la mano de obra y el dinero entre las actividades de la finca.*

Los sistemas de producción de los pequeños y medianos productores son complejos y variados; por lo que se deben revisar los efectos que pueden tener cada una de las tecnologías introducidas dentro del subsistema y entre éstos.

#### **12.2.1.- EJEMPLOS QUE MUESTRAN INTERACCION ENTRE DIVERSOS SUBSISTEMAS DE LA FINCA**

De forma breve los siguientes ejemplos nos muestran la interacción entre los diversos Subsistemas de la Finca:

##### **12.2.1.1.- INTERACCION ENTRE LOS SUBSISTEMAS AGROFORESTAL Y PECUARIO**

La interacción entre los subsistemas agroforestal y pecuario pueden tomar las siguientes formas:

Los árboles y arbustos son una fuente de forraje para el ganado bovino y afectan el microclima (humedad ambiental, sombra, viento) y la calidad de los suelos en los sistemas silvopastoriles por la fijación de nitrógeno en el caso de las especies leguminosas y alterando procesos como la erosión del suelo e infiltración del agua.

Los animales pueden servir para la dispersión de semillas y para fertilizar con estiércol, pero a la vez tienen un posible efecto negativo sobre la sobrevivencia de las plántulas, tanto por consumirlas como por la compactación de los suelos y por daños mecánicos.

#### 12.2.1.2.- INTERACCION ENTRE ARBOLES Y CULTIVOS

La relación entre árboles y cultivos se puede ilustrar con estos ejemplos:

Los árboles y arbustos afectan aspectos físicos y químicos del suelo, alteran el microclima (temperatura, humedad del aire y en el suelo) y enriquecen el ciclo nutritivo por la poda e incorporación de biomasa rica en nitrógeno o por la formación de micorrizas, pero compiten con los cultivos por espacio y recursos (luz, agua y nutrientes).

A su vez, las prácticas relacionadas con ciertos cultivos (por ejemplo la limpieza) pueden influir en el crecimiento de los árboles y arbustos, como el *Sistema TAUNGYA* (consiste en implementar cultivos anuales entre hileras de árboles durante los primeros años de una plantación forestal).

#### 12.2.1.3.- INTERACCION ENTRE ANIMALES Y CULTIVOS

Las interacciones entre los animales y los cultivos pueden verse de esta manera:

Los desechos de los animales fertilizan los suelos, la rotación entre cultivos y cobertura con pastos permite un uso continuo de la tierra.

Por otra parte, los animales sirven para tracción (por ejemplo para arar o sacar las cosechas), pero dañan a los cultivos por comérselos, por daños mecánicos y por la compactación de los suelos.

Los cultivos a su vez representan una fuente de alimentación para los animales (tanto el producto principal como el material vegetativo y los rastrojos). Hay, sin embargo, una competencia en los ciclos de biomasa y nutrientes y en el uso de rastrojos como cobertura del suelo cuando los restos de los cultivos no se dejan in situ o no se incorporan al suelo después de la cosecha, sino que pasan a formar parte de la alimentación animal.

**12.2.1.4.- INTERACCION ENTRE EL HOGAR Y DEMAS SUBSISTEMAS**

La relación del hogar y los demás subsistemas de la finca se pueden ver de esta forma:

El hogar es la unidad familiar, compuesto por personas que comparten comida y vivienda.

La interacción de este grupo con los otros tres subsistemas reside principalmente en el uso y manejo que hace la familia de los productos que resultan de las actividades pecuarias, agrícolas o agroforestales (venta, consumo o distribución) dentro de la misma finca de uno de los subsistemas a otros (por ejemplo el uso de estiércol en el huerto familiar).

En segundo término la familia decide la forma en que emplea su mano de obra y cuándo contratar obreros y para qué actividades dentro de la finca. En el caso de que la familia pueda ahorrar el uso de mano de obra en alguna actividad para hacer el trabajo mas eficientemente, los miembros de la familia deciden en que otra actividad invertirla. Los miembros de la familia reciben y gastan el dinero (deciden sobre la compra y utilización de insumos).

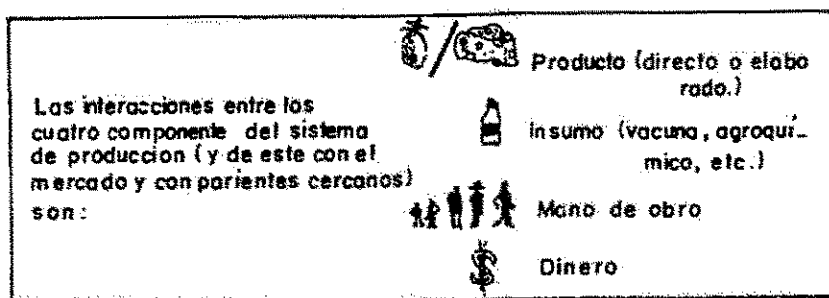
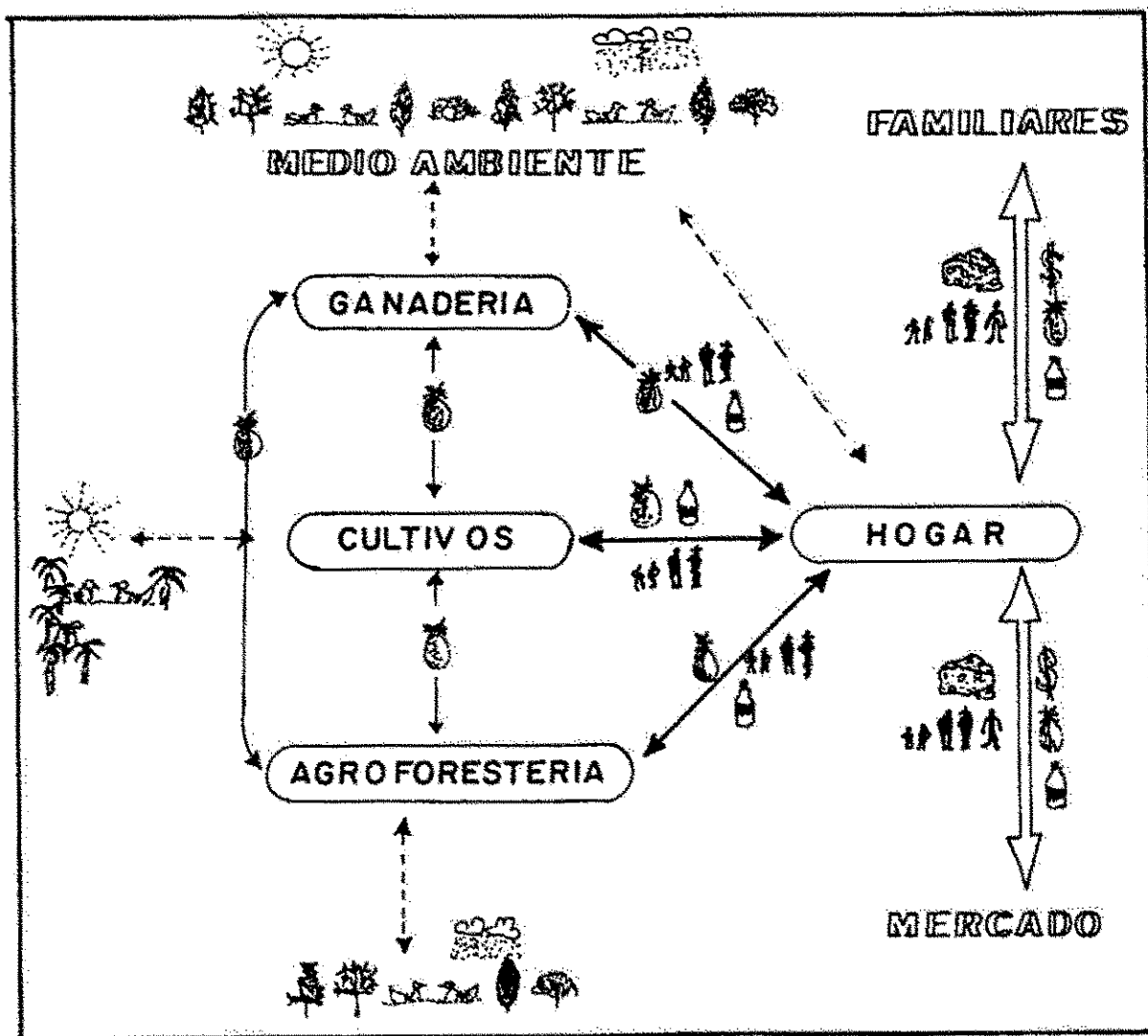
En síntesis el hogar funciona como un centro de distribución por donde pasan productos, insumos, mano de obra, dinero y se decide el uso de la tierra.

**12.2.1.5.- INTERACCION ENTRE EL SISTEMA Y EL ENTORNO**

Las interacciones entre el sistema (o sus componentes) y el entorno, que en muchos casos pueden darse a través del hogar como eje son de carácter biofísico, por ejemplo la contaminación de agua y socioeconómico como por ejemplo el mercadeo de productos, compra de insumos, migración.

Por lo tanto, podemos concluir que la actividad productiva en un subsistema dentro de la finca, no se limita solo a ese subsistema, sino que tiene repercusiones en todos los subsistemas de la misma. Por ello se recomienda que el trabajo de desarrollo a nivel de la finca se debe efectuar utilizando un Enfoque Integral.

En la siguiente figura se diagraman las interacciones globales entre los componentes (Subsistemas) del Sistema Finca; lo cual constituye el Enfoque Integrado de Sistemas Agrícolas





### 12.3.- CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Para definir que se entiende por Desarrollo Sostenible, es necesario primero conocer que se entiende por "Desarrollo".

A continuación se presentan algunas definiciones del termino *Desarrollo*:

- . *Mejoramiento de las condiciones y calidad de vida; la construcción de infraestructuras, el crecimiento económico, el incremento de los bienes que se poseen y de los servicios a los que se tiene acceso*
- . *Incremento de la capacidad para satisfacer las necesidades humanas y mejorar la calidad de vida de los seres humanos*
- . *Proceso de crecimiento con mejoramiento de la distribución del ingreso y de la calidad de vida bajo la condición de estructuras en permanente adecuación (De Camino y Muller, 1993)*
- . *Aprovechamiento máximo del potencial de un recurso natural + tecnología + trabajo = mejoramiento de las condiciones de la calidad de vida del que hace el negocio.*

En el caso de un recurso natural, es su preservación, uso, incremento de su potencial productivo o mantenimiento de capacidad de reproducción indefinida.

Para lograr el desarrollo, es necesario aprovechar o utilizar un recurso natural, es decir cosechar su producción; la tecnología o técnicas que se utilizan como instrumentos para aprovechar ese recurso; la fuerza de trabajo del hombre que usa o aprovecha ese recurso, fuerza que hace mientras aplica las técnicas o tecnologías; el desarrollo lo logra cuando obtiene ingresos por la negociación de la producción que obtuvo con el trabajo y esos ingresos le permiten mejorar su calidad de vida.

El desarrollo significa algo más que crecimiento económico, este tiene que satisfacer las necesidades humanas para mejorar el bienestar de la mayoría de la población. Un país con un pequeño grupo de personas ricas y una amplia masa que vive en la miseria no se puede considerar desarrollado.

El concepto de *Desarrollo Sostenido*, *Sostenible* o *Sustentable*, ha sido difícil hasta hoy de delimitar y definir; pero a continuación expondremos una serie de conceptos en torno este término.

Según Trigo (1990) en la recopilación de conceptos de diferentes autores registra los siguientes conceptos:

- . Debe de incorporar el manejo racional de los recursos dedicados a la producción agropecuaria, a fin de satisfacer las necesidades cambiantes de la sociedad manteniendo o fortaleciendo la base actual de recursos, evitando la degradación del ambiente (CGIAR, citado)
- . Uso de recursos tanto biofísicos como económicos para obtener productos cuyo valor presente socioeconómico y ambiental representa más que el valor de los insumos incorporados cuidando al mismo tiempo la productividad futura del ambiente biofísico (HART, citado)
- . Progreso económico sujeto a la constancia de las reservas de recursos naturales (D. PEARCE, citado)
- . Persistencia en el tiempo de ciertas características necesarias deseables del sistema socio-político y su medio ambiente natural (J. ROBINSON, et al; citado)
- . Desarrollo que envuelve cambios en la producción de bienes y servicios, que resultan en un incremento en el bienestar de la generación presente sin causar una caída o pérdida de bienestar a las generaciones futuras (GREGERSEN y LUNDGREN, citado)
- . Concepción plena de protección a la naturaleza, para generar alimentos sin dañar los recursos naturales (Nuestra propia agenda, Comisión de desarrollo y medio ambiente de América Latina y el Caribe)

Otras definiciones que otros autores dan al respecto de este término se enuncian a continuación:

- Proceso de mejorar las condiciones de vida de la mayoría mas pobre, a la vez evitando la destrucción de los recursos naturales de manera que los incrementos en producción y las mejoras en condiciones de vida podrán mantenerse a mas largo plazo (Redclift, 1986)
- Desarrollo que alcance las metas de las actuales generaciones sin dañar las posibilidades de las futura generaciones para cumplir sus necesidades (Brundtland, 1987)
- Manejo, conservación de los recursos naturales y orientación de cambios tecnológicos e institucionales de tal manera que se garantice la satisfacción continúa de las necesidades humanas para las actuales y futuras generaciones. Tal desarrollo sostenible (en agricultura, forestería y pesca) conserva suelos, agua y recursos genéticos, no daña el medio ambiente y es apropiado técnica, viable económica y aceptable socialmente (FAO, 1989,1991)
- Habilidad de un sistema para mantener productividad cuando es sometido a estres y shock (National Research Council de EUA, 1991)
- Mejoramiento de la calidad de vida humana dentro de la capacidad de carga de los sistemas sustentadores de vida (UICN, PNUMA, WWF, 1991)

*Un Sistema Sustentador de Vida es un proceso ecológico que sostiene la productividad, adaptabilidad y capacidad de renovación de las tierras, las aguas y/o la biosfera considerada en su conjunto.*

*Los ONG miembros del Consejo Internacional de Agencias Voluntarias han adoptado la siguiente definición sobre Desarrollo Sostenible:*

Nuestro objetivo es adoptar una estrategia de desarrollo que maneje los recursos naturales de tal manera que provea para las necesidades básicas humanas de hoy, mientras asegure los recursos del mañana

Para esto, (García y Devereaux, 1993) establecen que se debe:

- . Reconocer que los seres humanos son la esencia del desarrollo sostenible tanto como actores como beneficiarios del mismo
- . Fomentar la producción de alimentos preservando el medio ambiente; así como, las políticas agrícolas que permitan reforzar la seguridad alimentaria y la autonomía
- . Proveer la energía necesaria para las necesidades humanas causando la menor destrucción posible del medio ambiente
- . Conservar los entornos naturales esenciales y la Biodiversidad
- . Reconocer el impacto que tienen los problemas de población en el desarrollo sostenido y respetar el derecho a la salud, tener acceso a la información y a los servicios de planificación familiar
- . Respetar y proteger las tradiciones culturales y étnicas de las poblaciones
- . Promover la autosuficiencia financiera y técnica mediante la realización de proyectos generadores de ingresos y la transferencia de tecnología apropiada
- . Reconocer el derecho a que sean satisfechas las necesidades humanas en materia de salud, vivienda, educación y nutrición
- . Respetar y favorecer la participación de los pueblos, así como fortalecer su capacidad de organización para lograr la autonomía en el ámbito de desarrollo

Podemos notar que en las *definiciones* anteriormente expuestas, *dos elementos se repiten* en la mayoría de ellas; estos son: *mantener o incrementar la productividad y la producción agrícola y mantener y rehabilitar la base de recursos naturales y el medio ambiente.*

Para que el *Desarrollo sea Sostenible o Sustentable* es necesario que se cumplan las siguientes condiciones:

- . Que el uso o aprovechamiento de un recurso no sea el máximo, sino el óptimo, es decir que cuando se utilice determinado recurso natural no se le cause daño o que este daño o deterioro sea el mínimo, que no perjudique la capacidad de reproducción y de sobrevivencia indefinida del recurso, conservando además inalterable su calidad y potencial productivo; para que pueda ser heredado a las generaciones futuras
- . Que las técnicas o tecnologías utilizadas, para aprovechar o cosechar el recurso natural, sean adecuadas o apropiadas. Una *técnica o tecnología adecuada es aquella que cause el mínimo deterioro y permite la máxima capacidad de reproducción y sobrevivencia del recurso, manteniendo inalterable su calidad y potencial productivo, sus condiciones y características originales*
- . Que se propicie el rescate cultural, la calidad y condiciones de vida de la población local (donde se encuentra el recurso que se utiliza) y nacional se mejoren

En síntesis podemos decir que *Desarrollo Sostenible o Sustentable es:*

- . *Aprovechamiento óptimo del potencial de un recurso natural + tecnología adecuada o apropiada + trabajo - mejoramiento de las condiciones o de la calidad de vida de local y nacional del país*

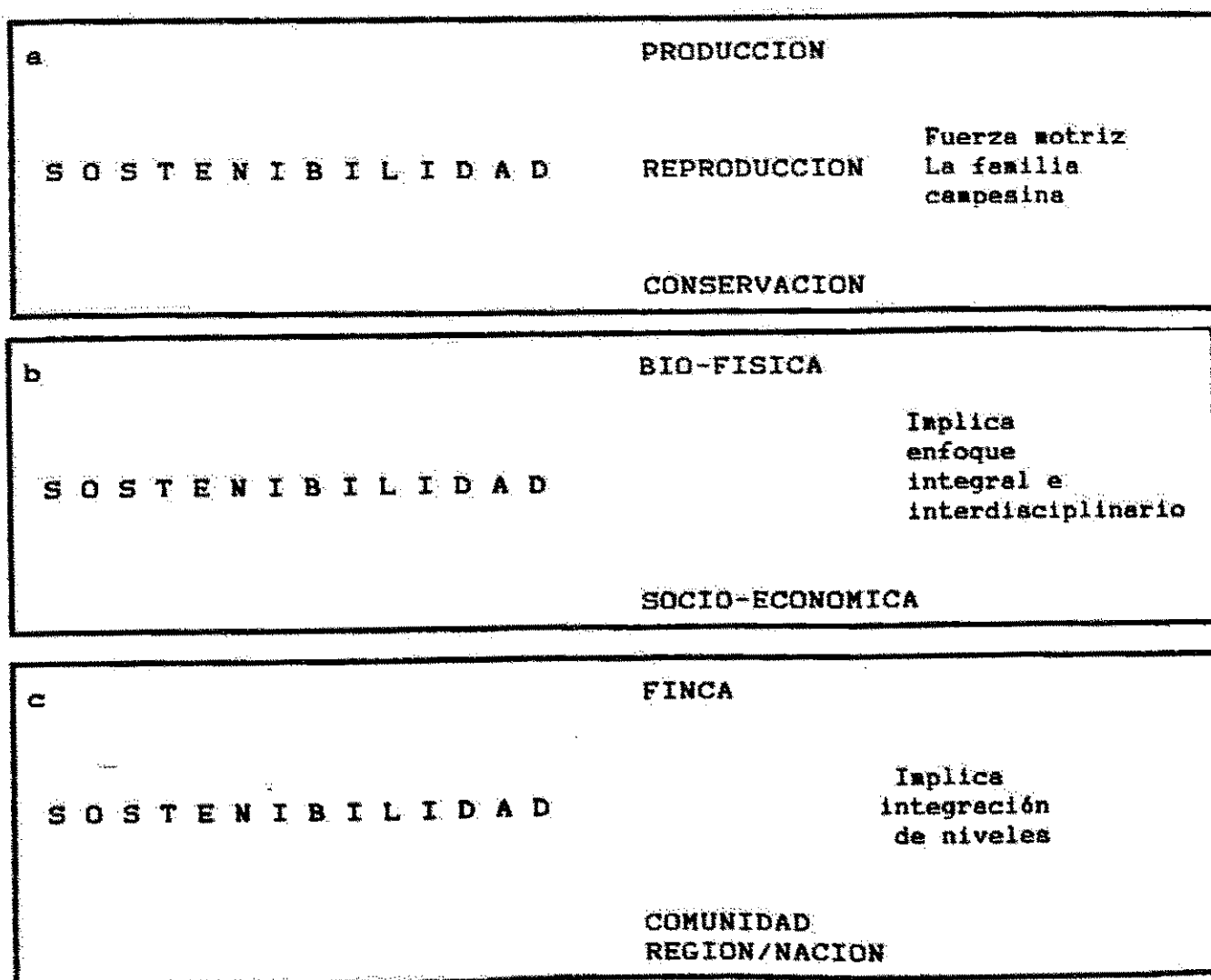
#### 12.4. COMPONENTES DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Los tres componentes que forman parte de un Desarrollo Sostenible son:

- . Producción de medios para autoconsumo y venta
- . Reproducción de la fuerza de trabajo para poder producir
- . Conservación de la base de los recursos naturales

Generalmente es la familia campesina a nivel de finca, la que se encarga de realizar estos tres tipos de actividades; son los miembros de la familia quienes forman la fuerza motriz del Desarrollo Sostenible. Por lo tanto la búsqueda de un Desarrollo Sostenible implica la búsqueda de un Sistema de Producción en armonía con la Familia.

En la siguiente figura se esquematizan los tres componentes que forman parte de lo que puede ser un Desarrollo Sostenible (Tomado de Radulovich y Karremans, 1993)



En la figura (a) se esquematizan los tres componentes que forman parte de lo que puede ser un desarrollo sostenible: la producción de medios para autoconsumo y venta, la reproducción de la fuerza de trabajo para poder producir y la conservación de la base de los recursos naturales.

La figura (b) se indica como la sostenibilidad se divide a grandes rasgos en dos campos disciplinarios; en el cual se integran en un solo análisis los aspectos biofísicos con los sociales y económicos. Por lo que los equipos de trabajo tendrán que ser multidisciplinarios desde un principio y en la medida de lo posible, cada individuo debe poseer la capacidad de realizar trabajo interdisciplinario.

La figura (c) indica que solo integrando los suprasistemas de los cuales la finca forma parte se puede llegar a entender y manipular adecuadamente las posibilidades y limitantes de la producción agrícola en una determinada zona.

## 12.5.- CRITERIOS E INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

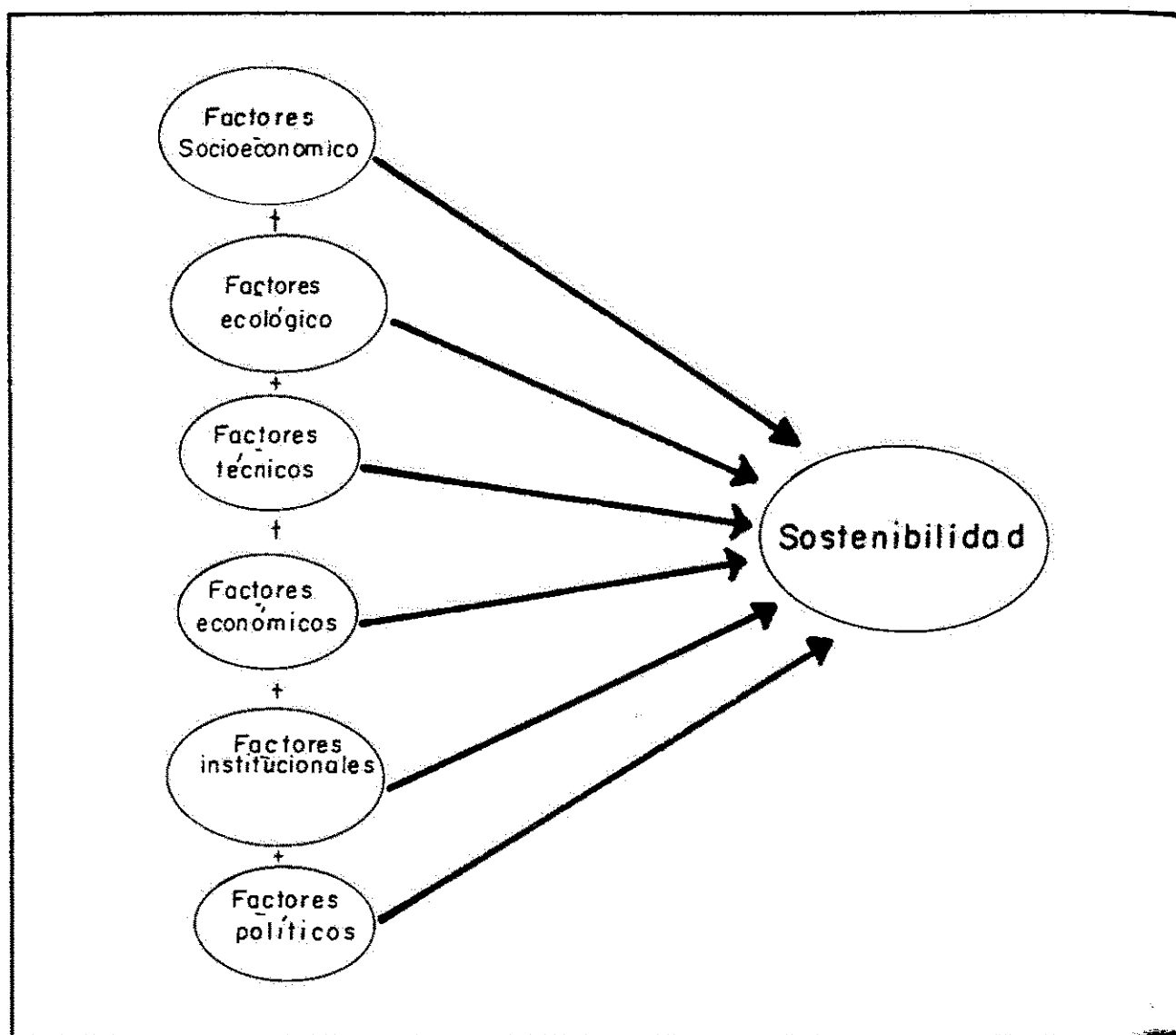
En el siguiente cuadro se muestran los criterios e indicadores utilizados para evaluar la Sostenibilidad de los Sistemas de Producción (Adaptado de Albrecht et al., 1989)

CRITERIOS	INDICADORES (globales).
Conservación y/o Rehabilitación de Recursos Naturales	Nivel de erosión y calidad del suelo, de reforestación, agua (cantidad, calidad, disponibilidad) contaminación, factores biológicos (plagas, biodiversidad, germoplasma)
Capacidad productiva	En la finca: tipo, área y productividad de cultivos; tipo, número y productividad de animales; calidad y cantidad de recursos naturales; nivel de conocimientos, disponibilidad de mano de obra, herramientas y capital
Nivel de ingresos	Acumulación de capital en la finca (bienes muebles e inmuebles), ingresos por venta de productos, servicios, ahorros, créditos
Nivel de vida	Medir cuantitativa y cualitativamente: salud, higiene, nutrición, medios de transporte, herramientas que ahorran trabajo, mejoras en vivienda, construcciones, bienes de consumo durables, calidad de alimentación y educación
Situación de grupos desfavorecidos	Evaluar relación hombre-mujer-niño, papel de la mujer y los niños en el sistema de producción (toma de decisiones, ingresos propios, división de trabajo), relativa autonomía de la mujer, nivel de educación de la mujer y los niños
Nivel de independencia e iniciativa	Nivel de acceso a autoridades y entidades de créditos y extensión agropecuaria, organización en grupos de autoapoyo, acceso a medios de educación
Nivel de desarrollo infraestructural	Existencia, mantenimiento de caminos vecinales y departamentales; sistemas de mercadeo y transporte; servicios de salud, educación, electricidad, agua, alcantarillado, facilidades para almacenamiento y procesamiento
Eficiencia del trabajo institucional	Capacidad de las instituciones (gubernamentales y/o privadas) de intervenir positivamente en el desarrollo regional/nacional



12.6.- FACTORES QUE CONDICIONAN LA SOSTENIBILIDAD DE PROYECTOS DE DESARROLLO RURAL (PDR)

El siguiente esquema muestra los factores que determinan la Sostenibilidad de Proyectos de Desarrollo Rural (Tomado de TICA, 1995)



Los factores presentados en el esquema anterior, actúan acumulativamente, es decir que para que un cambio sea sostenible, todos los factores deben estar presentes. Además la sostenibilidad de cada factor es una función de los otros factores.

A continuación haremos un breve comentario acerca de cada uno de estos factores:

#### 12.6.1.- FACTORES SOCIOCULTURALES

La sostenibilidad sociocultural se refiere a la capacidad de un proyecto o sus componentes de integrarse a la realidad de una comunidad.

El respeto a las tradiciones, las creencias y la organización local permiten asegurar la sostenibilidad de cualquier actividad de desarrollo rural.

Debe considerarse el papel asignado por la sociedad local a las mujeres, a la gente de mayor edad y a los jóvenes, además de la organización existente y la jerarquía comunitaria.

##### 12.6.1.1.- FACTORES QUE DETERMINAN LA SOSTENIBILIDAD SOCIOCULTURAL

Los principales factores que determinan la sostenibilidad sociocultural son:

- . Participación de la población meta (Beneficiarios)
- . Uso, desarrollo y fortalecimiento de instituciones locales
- . Tecnología o cambio promovido
- . Relaciones entre la comunidad y el proyecto y su personal
- . Papel que desempeña la mujer en las actividades del proyecto

##### 12.6.1.1.1.- PARTICIPACION DE LA POBLACION

La participación de la población meta es uno de los elementos más importantes para la sostenibilidad de un proyecto de desarrollo rural.

El mecanismo de participación que ha dado buenos resultados es el uso de "Promotores Locales".

Los Promotores o Agricultores Líderes son agricultores pionero, se han convertido en impulsores auténticos de un movimiento ecológico campesino. Son los mejores agricultores, los más receptivos y los más conocidos dentro de su comunidad.

Un Promotor Campesino puede describirse de la siguiente manera:

- Persona seleccionada por la comunidad cuya tarea consiste enseñar a otros campesinos de su comunidad (o en otras comunidades) la tecnología que viene adaptando/practicando con éxito
- Persona que conduce experimentos en pequeña escala para generar nuevos conocimientos y compartir con otros campesinos de la comunidad

Las cualidades necesarias que debe poseer un Promotor Campesino son las siguientes:

- Haber adaptado y establecido con éxito tecnologías y procesos de experimentación en su finca
- Ser mayor, respetado e influyente dentro de su comunidad
- No estar muy recargado de responsabilidades familiares, disponer de tiempo
- Ser sedentario (no está todo el tiempo de viaje)
- Gozar de credibilidad (ayuda a que la gente actúe y tiene buenas relaciones con la comunidad)
- Demostrar interés y poseer espíritu voluntario para asumir una función
- Ser honesto, innovativo, humilde y no pensar sólo en su propio bienestar, tener sentido de responsabilidad, recursos
- Poseer voluntad, conocimiento y tener tiempo para capacitar a otros campesinos sin afectar la calidad de sus tierras

En términos socioculturales, un promotor de la comunidad entiende mejor sus necesidades, se comunica mejor con sus vecinos y siempre esta presente en la comunidad para consultas.

Los promotores no sustituyen a los técnicos, sino que facilitan su trabajo y contribuyen a la sostenibilidad a largo plazo porque sus conocimientos quedan en la comunidad cuando el proyecto o programa termina.

El promotor es el sujeto principal de asesoría metodológica y multiplica conocimientos y prácticas que apuntan a un nuevo modelo de desarrollo agrícola propiamente campesino.

Según Roger (1983) y Esman et al; (1980), la comunidad debe tener confianza en la capacidad técnica y la habilidad del promotor para generar resultados positivos; el promotor debe provenir del estrato social al cual dirigirá la asistencia técnica y debe ser alguien que haya aplicado con éxito la tecnología que se promoverá. La selección, capacitación y actitud del promotor tiene mucho que ver con su desempeño y su éxito en promover cambios.

#### 12.6.1.1.2.- ORGANIZACIONES LOCALES

El fortalecimiento y/o el desarrollo de organizaciones locales contribuye a garantizar que la comunidad realmente participe en el diseño y aplicación de las intervenciones promovidas por un PDR y que estas sean socioculturalmente aceptables a nivel local.

Sin embargo, aunque las organizaciones locales pueden ser valiosas, es necesario tener cuidado en utilizarlas. Algunas veces están controladas por personas que sacan provecho personal en vez de beneficiar a los miembros de la comunidad; en otros casos, pueden ser controladas por personas con mayores ingresos que no toman en cuenta a la parte más pobre de la comunidad. La estructura e integración de una organización también pueden determinar si el desarrollo llega a beneficiar a las personas más necesitadas.

Otro mecanismo para implementar cambios mediante organizaciones locales es trabajar con ONG's que estén establecidas en la comunidad y que han apoyado el desarrollo de organizaciones o asociaciones locales para el desarrollo rural.

Un ONG es un organismo no gubernamental que concentra su acción en la ejecución de programas y proyectos encaminados a buscar el beneficio de las poblaciones rurales, tratando de asegurar mejoras en la vida del sector rural, sin dañar los recursos naturales, tratando por todos los medios más bien de conservarlos. Son organismos sin fines de lucro que promueven el desarrollo desde los diferentes ámbitos donde se desempeñen.

Algunas ONG's han mostrado la capacidad de llegar a la gente más necesitada con una presencia continua y comprender el entorno socio-cultural, y pueden ser un vehículo apropiado para la promoción de cambios (Van Tijn et al; 1988; USAID, 1987).

Al igual que en el caso de las organizaciones locales existentes, es necesario escoger bien las ONG's; con el propósito de evitar un desarrollo poco equitativo si una de ellas restringe sus actividades a un solo sector de la población o impone su propia agenda.

#### 12.6.1.1.3.- TECNOLOGIA SOCIOCULTURALMENTE ACEPTABLE

La tecnología introducida por un proyecto debe ser adecuada al entorno sociocultural de la población meta.

Para lograr que se acepte una tecnología, los PDRs deben ser flexibles en la aplicación de tecnología y viabilizar su adecuación a las necesidades de los campesinos.

Aunque el productor participe en escoger y diseñar un cambio, deberá hacer cambios en un proceso de prueba y error hasta que la tecnología sea adecuada a sus necesidades y a los grupos de que dispone.

Para garantizar que una tecnología sea aceptable, el mecanismo principal es la validación y adecuación de la tecnología con representantes de la población meta (preferiblemente un grupo heterogéneo y representativo) en una fase inicial o en un proyecto piloto.

A este nivel debe asegurarse que el costo de un fracaso sea cubierto por el proyecto y las personas locales que lo prueban deben entender que si el resultado es negativo ellos no tienen que cubrir con los costos del fracaso.

#### 12.6.1.1.4.- *RELACION ENTRE EL PERSONAL TECNICO DEL PROYECTO Y LA COMUNIDAD*

Las relaciones entre el personal de un proyecto y la comunidad pueden influir mucho en la adopción de cambios y en la continuidad de los cambios promovidos. Las relaciones conflictivas entre una institución y una comunidad pueden conducir a el rechazo de un proyecto.

Un factor importante en las relaciones proyecto-comunidad es el personal técnico/extensionistas del proyecto.

Un "Extensionista" es un técnico o profesional agropecuario foráneo que enseña a los agricultores técnicas agrícolas mejoradas y la forma de cómo utilizarlas; participa en actividades técnicas de gestión y organización y se interesa en los aspectos sociales de la comunidad. Es una persona que capacita, transmite conocimiento y habilidades.

Las personas responsables de transferir conocimientos y dar asistencia técnica a la comunidad tienen que saber como comunicarse con la gente. Deben comprender el entorno socio-cultural de la comunidad y respetarlo. Esto implica que tienen que ajustar sus horarios de visita a los agricultores para que sean más oportunos a éstos, ser flexibles en ajustar los paquetes tecnológicos a las necesidades e intereses del agricultor, no imponer soluciones sino interactuar con el agricultor para superar sus problemas.

El extensionista o transferencista tendrá que entrar en negociación con el agricultor para identificar como sus conocimientos, combinados con los conocimientos del agricultor (conocimiento popular o nativo) pueden sumarse para definir una intervención que beneficie a este y sea consistente con el objetivo del proyecto.

La capacitación de extensionistas y técnicos debe incluir aspectos de comunicación y conocimientos de las condiciones socioculturales y su papel en la promoción del desarrollo rural.

Un aspecto importante a considerar es la continuidad del personal técnico. Si sale un extensionista del proyecto, quien lo reemplace debe pasar por un nuevo período para ganarse la confianza de la comunidad.

## 12.6.1.1.5.- PAPEL DE LA MUJER

La función de la mujer en el desarrollo rural debe ser concebida en función del papel que desempeña en el trabajo doméstico y en el manejo de actividades agrícolas y de su posibilidad para desarrollar otras actividades productivas. Si ella esta encargada de manejar una actividad de la finca, tiene que ser consultada e incluida en decisiones referentes a esa actividad.

## 12.6.2.- FACTORES ECOLOGICOS

La sostenibilidad ecológica es uno de los factores mas importantes para la sostenibilidad de los beneficios generados por un proyecto de desarrollo rural.

La sostenibilidad ecológica es la base de recursos que tiene que sostener cualquier esfuerzo de desarrollo rural con fundamento en la producción agropecuaria y forestal y las industrias que se sostienen en el procesamiento y transformación de esa producción.

A través de los PDRs se generan y aplican sistemas de producción nuevos o modificados y usos de la tierra.

Los cambios en el uso de la tierra tienen impactos que varían en el tiempo y el espacio. Una nueva práctica puede tener impactos directos en el sitio de aplicación (nivel micro); pero también puede generar impactos ambientales en comunidades que están lejos del sitio de aplicación (nivel meso y macro). De manera similar, puede generar impactos en el presente y externalidades negativas y positivas que no aparecen hasta después de terminar la fase formal de un proyecto (Banco Mundial, 1989).

**12.6.2.1.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SOSTENIBILIDAD ECOLOGICA**

Los factores que más influyen en la sostenibilidad ecológica son:

**12.6.2.1.1.- SELECCION ADECUADA DE TECNOLOGIAS EN BASE A LOS RECURSOS NATURALES**

Los sistemas de producción son aplicables y llegan a su óptima productividad bajo ciertas condiciones físicas y biológicas. Cuando se aplican fuera del rango de esas condiciones, pueden suceder dos cosas:

- El rendimiento puede bajar a un nivel en que no son sostenibles económicamente

- Pueden causar degradación ambiental

En el primer caso, esta afectada la sostenibilidad económica y en el segundo la sostenibilidad ecológica.

Un ejemplo de la insostenibilidad ecológica lo constituye el hecho de no incluir obras de conservación de suelos en la Agricultura de Laderas.

**12.6.2.1.2.- MANEJO APROPIADO DE LA TECNOLOGIA**

El manejo consiste en prácticas culturales aplicadas a los sistemas de producción para llegar al producto deseado; estas pueden tener una fuerte influencia sobre la sostenibilidad de los mismos sistemas y los impactos ambientales del proyecto.

Por ejemplo, el manejo deficiente de un cultivo establecido en un terreno con pendiente fuerte puede ocasionar erosión acelerada.

Algunos proyectos, debido a su corta duración, han sido más exitosos en establecer cambios en los sistemas de producción que en asegurar que los sistemas reciban un manejo adecuado. Esto es de gran importancia en sistemas que requieren mantenimiento periódico, como sucede con las prácticas de conservación de suelos y sistemas forestales y agroforestales.



Garantizar que los cambios en los sistemas de producción promovidos reciban un manejo adecuado requiere un compromiso a largo plazo de los proyectos que los promueven.

Hemos puntualizado que siempre existe la posibilidad de que un proyecto sea sostenible dentro de sus límites geográficos; fuera de esos límites puede tener un impacto que perjudique la sostenibilidad de otros ecosistemas o las actividades productivas de otras comunidades.

Un ejemplo de insostenibilidad relacionado con externalidades lo constituyen los sistemas de riego que contaminan aguas usadas por vecinos y comunidades río abajo y que eventualmente pueden tener impactos en los océanos y otros cuerpos de agua que reciben las aguas de drenaje de los sistemas de riego. Lo mismo sucede en el caso de la aplicación de agroquímicos que pueden contaminar ríos y aguas subterráneas.

En el caso de externalidades negativas, los beneficios son recibidos por una comunidad o sector de la población y los costos en términos ambientales, por pérdida de productividad y contaminación son pagados por otras comunidades o sectores de la población.

#### 12.6.2.2.- PRINCIPIOS ECOLOGICOS DE LA SOSTENIBILIDAD

Una sociedad es sostenible desde el punto de vista ecológico cuando:

*Conserva los Sistemas Ecológicos Sustentadores de Vida y la Biodiversidad*

La conservación de los sistemas sustentadores de vida es necesaria para prevenir la contaminación, restaurar y mantener la integridad de los ecosistemas de la Tierra y elaborar un sistema global de áreas protegidas. La conservación de la biodiversidad exige que se adopten dichas medidas y que se emprendan acciones con el fin de restaurar y mantener especies y variedades genéticas.

*Garantiza la Sostenibilidad de los Usos de los Recursos Renovables y reduce a un mínimo el agotamiento de los Recursos No Renovables*

Entre los recursos renovables figuran el suelo, los organismos silvestres y domesticados, los bosques, las praderas, las tierras cultivadas y los ecosistemas marinos y de agua dulce que son fuente de la pesca. *Un uso es sostenible si mantiene la capacidad de renovación de los recursos.*

Los minerales, el petróleo, el gas y el carbón son recursos no renovables. A diferencia de las plantas, los peces o el suelo, no se pueden utilizar de forma sostenible. Sin embargo, se puede prolongar su "vida", por ejemplo reciclándolos, utilizando una menor cantidad de un recurso para fabricar un producto determinado, o adoptando sustitutos renovables cuando sea posible. La adopción en gran escala de dichos métodos es esencial para que en el futuro la Tierra pueda mantener a miles de millones de personas más y proporcionar a todos una calidad de vida decente.

*Se mantiene dentro de la Capacidad de Carga de los Ecosistemas Sustentadores*

Se denomina "Capacidad de Carga" a la capacidad de un ecosistema para sustentar organismos sanos y mantener al mismo tiempo su productividad, adaptabilidad y capacidad de renovación.

Hay límites finitos para la capacidad de carga de los ecosistemas de la tierra, esto es, para los impactos que dichos ecosistemas y la biosfera en conjunto pueden soportar sin un deterioro peligroso.

Los límites varían de región a región y las repercusiones dependen del número de personas y de la cantidad de alimentos, agua, energía y materias primas que utilice y malgaste cada una de ellas.

Pocas personas consumiendo en gran cantidad pueden causar tanto daño como muchas personas consumiendo poco.

Hay que formular políticas encaminadas a lograr un equilibrio entre el número de seres humanos y sus estilos de vida y la capacidad de la naturaleza, junto con tecnologías que aumenten dicha capacidad a través de un manejo cuidadoso.

### 12.6.3.- FACTORES TECNOLOGICOS

La sostenibilidad técnica de los cambios promovidos constituye un *requisito básico para la sostenibilidad global de un proyecto.*

La *selección de la tecnología para promover la transformación productiva de los productores debe ser generada y validada con base a los sistemas productivos existentes, los recursos disponibles y la capacidad y la habilidad de los beneficiarios para adoptarla.*

La *tecnología debe adecuarse a la situación socio-económica y biofísica del beneficiario. Para que una tecnología sea sostenible técnicamente, es preciso que la población que la aplicará cuente con los recursos y conocimientos en el momento en que se necesiten.*

#### 12.6.3.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SOSTENIBILIDAD TECNICA

En un *PDR la sostenibilidad técnica significa:*

- . Existencia de una tecnología apropiada, preferiblemente validada
- . Acceso a los recursos necesarios a nivel local o por medio del proyecto
- . Personal técnico para suministrar asistencia técnica
- . Capacitación para transferir los conocimientos necesarios
- . Investigación para mejorar la tecnología y responder a los problemas diagnosticados

A continuación haremos un breve comentario acerca de estos:

##### 12.6.3.1.1.- TECNOLOGIA APROPIADA VALIDADA

Los *cambios promovidos por un proyecto necesitan contar con tecnologías adaptadas a las condiciones biofísicas de las áreas de acción y los recursos disponibles para aplicarlas.*

El *tratar de imponer una agricultura inadecuada en un área determinada puede generar problemas de insostenibilidad técnica.*

Los *mecanismos* para evitar la insostenibilidad técnica son casi los mismos que se utilizan para buscar la sostenibilidad sociocultural, con la diferencia de que el objetivo en este caso es garantizar la viabilidad técnica.

Entre estos *mecanismos* figuran los siguientes:

- . Investigación en fincas
- . Proyectos pilotos
- . Validación y adecuación de la tecnología a las condiciones biofísicas de la zona de trabajo con la participación de los agricultores
- . Mecanismos (subsidios, incentivos) para minimizar el impacto del posible fracaso para los agricultores involucrados en los ensayos

El estimular a los agricultores a hacer ensayos y probar técnicas nuevas puede crear una capacidad local de validación y adecuación de tecnología, como mencionan Neugebauer y Bunch (1991). Aunque esos procedimientos pueden requerir más esfuerzos y tiempo, a largo plazo son más sostenibles e implican menos riesgo por parte del agricultor.

#### 12.6.3.1.2.- ACCESO A LOS RECURSOS NECESARIOS

La introducción de un cambio tecnológico requiere el acceso a los recursos necesarios para su financiamiento; por lo tanto los recursos deben estar disponible en el lugar y en el momento necesario.

Los recursos deben estar disponibles en la comunidad al iniciarse un proyecto; estos recursos pueden incluir terreno, mano de obra y capital (insumos, herramientas y dinero para comprar insumos).

#### 12.6.3.1.3.- CAPACITACION DE RECURSOS TECNICOS

Los técnicos y agricultores no solamente deben recibir capacitación, sino ser realmente capacitados. Por lo tanto es importante lograr una capacitación práctica, aplicada y no demasiado teórica.

El proyecto debe suministrar cursos y actividades de capacitación para cumplir sus metas, pero sucede que algunas veces los participantes no pueden aplicar sus conocimientos por diversas razones (capacitación no relevante, falta de practicas, etc).

Al principio la capacitación requiere de inversiones en tiempo y dinero, pero el resultado es una mayor sostenibilidad y capacidad de autogestión a largo plazo. Esto constituye uno de los factores más importantes para lograr la sostenibilidad.

#### 12.6.3.1.4.- PERSONAL TECNICO

El personal técnico de un proyecto necesita saber cómo aplicar las tecnologías promovidas para poder transferirlas con éxito. Esto implica una capacitación adecuada tanto para aplicar la tecnología como para poder transferirla.

La capacitación del personal técnico debe ser práctica y en la medida de lo posible, debe utilizar la metodología de "aprender haciendo" para manejar las tecnologías a nivel de campo. La capacitación debe ser oportuna (antes de ejecutarse en el campo) y continua durante la ejecución del proyecto.

La continuidad del personal técnico del proyecto es otro aspecto que influye en la capacidad de transferir conocimientos técnicos a la población meta.

La capacitación técnica del personal del proyecto requiere tiempo y recursos, cada vez que cambie el personal, el proceso tiene que ser repetido, lo que significa una pérdida de recursos financieros, tiempo y continuidad en el avance del proyecto.

#### 12.6.3.1.5.- ACCESO A LA ASISTENCIA TECNICA

La asistencia técnica es necesaria durante las primeras etapas de un proyecto; a medida que los agricultores adquieren conocimientos sobre la tecnología, esa necesidad tiende a disminuir.

Siempre surgirán necesidades que requieren los servicios de un especialista al alcance de la comunidad. Si no existe alguien que visite periódicamente a la comunidad, esta debe saber cómo y dónde solicitar la ayuda que necesite.

Para lograr la sostenibilidad de los cambios introducidos por un proyecto, es preciso establecer mecanismos que garanticen el acceso a la asistencia técnica; la cual puede ser suministrada por las agencias gubernamentales o universidades u otros programas de asistencia técnica con presencia en la región del proyecto.

#### 6.12.3.1.6.- INVESTIGACION

La investigación sirve para generar y validar tecnología y ajustarla antes de su aplicación; para buscar respuestas a problemas en la aplicación de una tecnología a nivel de campo.

Para que la investigación pueda responder con agilidad a los problemas detectados, deben existir vínculos estrechos entre el campesino que suministra la asistencia técnica especializada y el investigador.

En el pasado, la mayoría de las investigaciones se llevaban a cabo en centros experimentales, sobre temas identificados por los investigadores.

Actualmente existe un interés en la investigación aplicada, con temas identificados mediante consultas con la comunidad que aplica una tecnología.

#### 12.6.4.- FACTORES ECONOMICOS

Entre los factores que afectan la rentabilidad de un sistema podemos mencionar las necesidades de autoconsumo, acceso a mercados, precios de mercado.

Los precios y mercados están sujetos a cambios en el corto, mediano, o largo plazo, y pueden afectar significativamente la sostenibilidad de un sistema de producción.

Al introducir cambios para fomentar el desarrollo rural, el mercado desempeña un papel importante que algunas veces no recibe la atención que requiere. En algunos proyectos el desarrollo del mercado para un producto nuevo es una consideración importante.

La rentabilidad de una finca que depende del mercado como receptor de parte de la producción; depende de ese mercado.

En el pasado los PDRs concentraron sus esfuerzos en incrementar la producción sin considerar también las condiciones del mercado, lo que ocasionaba insostenibilidad del mismo.

Para lograr la sostenibilidad económica, el cambio introducido por un proyecto debe ser rentable para el beneficiario. Los sistemas introducidos deben ser más rentables que las alternativas que enfrenta el agricultor y mantener esa rentabilidad en el tiempo. Estos además de ser productivos biológicamente tienen que ser rentables en términos económicos.

Para tener éxito en introducir cambios en beneficio de una comunidad rural, el proyecto de desarrollo debe:

- Contar con los recursos financieros necesarios para establecer y apoyar los cambios por el tiempo requerido para su adopción.
- Anticipar necesidades financieras que surgen después de la fase formal y establecer mecanismos para cubrirlas.
- Tener flexibilidad y agilidad en la asignación y manejo de fondos para responder a necesidades imprevistas y asegurar la disponibilidad de fondos en el momento en que se necesita.

Para lograr la sostenibilidad de los esfuerzos iniciados por un PDR no es suficiente garantizar una fuente de financiamiento, sino también desarrollar la capacidad de autogestión del financiamiento de las organizaciones nacionales o locales encargadas del seguimiento durante la fase formal del proyecto.

Para lograr la adopción sostenible de los cambios promovidos por un PDR, es necesario que se generen beneficios que justifiquen, según la percepción del agricultor, su inversión de recursos. A la vez, el beneficio debe ser mayor que los beneficios que el agricultor podría recibir si utilizara los recursos para un uso alternativo.

Otro aspecto importante que hay que considerar en la sostenibilidad económica lo constituye la rentabilidad futura de la tecnología; para que esta sea realmente sostenible, debe mantener una rentabilidad aceptable en el tiempo o tener la capacidad de adecuar el manejo de acuerdo a los cambios en el mercado.

Por ejemplo en los cultivos que sufren ciclos en el mercado; se puede implementar una diversificación o rotación de cultivos en la finca, con el objetivo de sostener el hogar con otros ingresos en tiempos de precios bajos en el mercado. Otro ejemplo lo constituyen los precios bajos del café, que han ayudado a generar interés en la plantación de árboles cítricos y maderables en plantaciones de café para hacer el sistema de producción más sostenible.

La diversificación de cultivos y actividades en la finca contribuye a la sostenibilidad porque da estabilidad a la finca. La producción de un solo cultivo para un mercado específico es muy sensible a cambios de mercado, de políticas y otros riesgos naturales. Con la diversificación, aunque un cultivo o el mercado falle hay otras actividades que pueden generar ingresos para mantener la finca.

La inclusión de árboles en la finca contribuye a la diversificación, porque provee otras fuentes de ingreso y representa una actividad que puede tener uso múltiple.

La diversificación también tiene limitaciones, debido a la complejidad de su manejo para el productor. Si la diversificación resulta demasiado complicada, es mejor que no se diversifique.

En la mayoría de los proyectos de desarrollo rural, la población meta la constituyen agricultores acostumbrados a producir cultivos anuales o cultivos permanentes, que al entrar en producción generan ingresos anuales.

Estos agricultores no cuentan con muchos recursos financieros para invertir en nuevas tecnologías y son pocos los que tienen acceso al crédito. Para que ellos puedan adoptar tecnologías sostenibles, es necesario que se incorporen tecnologías que no requieran inversión de fondos en efectivo o proveer e institucionalizar mecanismos de financiamiento para las comunidades en las cuales se desea promover el desarrollo.

Esperar cinco o más años para recibir beneficios de sus cultivos, resulta difícil para un productor.



Los proyectos de reforestación y conservación de suelos requieren inversiones iniciales que pueden tardar de 5 a 20 años para generar beneficios; por lo tanto al introducir obras de conservación de suelos o plantaciones de árboles para reforestar en un proyecto, el agricultor tendrá que esperar más tiempo para recibir un ingreso y esto puede provocar el rechazo de estos a implementar estas tecnologías en su finca.

Para solucionar este problema (plazo de retorno), el proyecto puede utilizar incentivos o subsidios para generar retornos a corto plazo o combinando actividades que generen productos a corto y largo plazo.

#### 12.6.5.- FACTORES INSTITUCIONALES

Para lograr la sostenibilidad institucional, debe desarrollarse la capacidad institucional con una contraparte nacional, regional o local, para dar seguimiento a los cambios adoptados para asegurar la sostenibilidad futura.

Si se logra la adopción durante la fase formal de un proyecto y no se asegura el apoyo institucional necesario (asistencia técnica, investigación, subsidios, financiamiento y otros), los cambios pueden desaparecer y no lograrse la sostenibilidad y el desarrollo rural deseado.

El apoyo institucional y la capacidad administrativa, ya sea de instituciones internacionales, estatales o comunales; son necesarios para proveer servicios de asistencia técnica, investigación y capacitación continua y establecer los cambios promovidos por un proyecto; cuanto menor sea la necesidad de este apoyo, mejor será la sostenibilidad de esta actividad.

#### 12.6.5.1.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SOSTENIBILIDAD INSTITUCIONAL

Entre los factores institucionales que influyen en la sostenibilidad podemos citar los siguientes:

##### 12.6.5.1.1.- CAPACIDAD LOGISTICA

Si las instituciones responsables de la ejecución de un proyecto y del seguimiento, cuando termina la fase formal del mismo, no pueden aportar los insumos (insumos físicos, asistencia técnica, investigación, etc) necesarios para iniciar y manejar los cambios promovidos, no será posible sostener los cambios ni los beneficios que generan.

La capacidad implica capacidad financiera, logística, infraestructural y técnica.

Para evitar problemas en la capacidad logística durante y después del proyecto, es necesario diseñar el proyecto en función de la capacidad logística futura de las organizaciones y agencias que tienen que darle seguimiento.

Se pueden mejorar las posibilidades de sostenibilidad minimizando el apoyo y nivel de burocratización necesario durante el fortalecimiento de las organizaciones de base que necesitan un mínimo de apoyo de instituciones estatales. Para lo cual, se necesita capacitación técnica y administrativa durante un tiempo adecuado para que la organización se independice.

##### 12.6.5.1.2.- ARREGLOS INSTITUCIONALES ENTRE EL EQUIPO PROPIO DEL PROYECTO Y SUS CONTRAPARTES

Los arreglos institucionales que establece el proyecto tienen influencia sobre el interés y la capacidad de las instituciones de contraparte para darle seguimiento en el futuro y, por ende, tienen impacto sobre la sostenibilidad si los cambios introducidos por el proyecto requerirán apoyo institucional en el futuro.

La mayoría de los proyectos de desarrollo establecen un equipo de proyecto que, por lo general, incluye personal extranjero para manejar el proyecto en coordinación con una contraparte local.

Este arreglo semiautónomo facilita la logística y mejora la flexibilidad y agilidad del proyecto para ejecutar sus actividades, al tiempo que evita los problemas y atrasos que representan las burocracias de las agencias nacionales que trabajan como contraparte; sin embargo en algunos casos puede dejar a las contrapartes marginadas y generar problemas a la hora de transferir las responsabilidades del proyecto a la contraparte para darle seguimiento (Banco Mundial, 1978).

Los arreglos institucionales que parecen lograr mayor éxito son los que tienen un equipo de manejo semiautónomo, pero con una participación activa de la contraparte en todos los aspectos del manejo del proyecto.

El contratar profesionales conocidos por las instituciones con capacidad y experiencia para asumir puestos en el proyecto, brinda la ventaja de que éstos cuentan con relaciones ya establecidas con sus colegas y contrapartes, lo cual facilitará la coordinación del proyecto.

#### 12.6.5.1.3.- CAPACIDAD E INTERES DE LA INSTITUCION CONTRAPARTE (LOCAL, REGIONAL O NACIONAL) DE ABSORBER LA INFRAESTRUCTURA Y LA RESPONSABILIDAD DE DAR SEGUIMIENTO AL PROYECTO

Uno de los impactos de un proyecto que contribuye al éxito y sostenibilidad de nuevos proyectos, lo constituye el desarrollo de recursos humanos.

Las personas que han recibido capacitación en proyectos sostenibles o no sostenibles continúan trabajando en nuevos proyectos o en agencias de desarrollo nacional, internacional y privadas. La experiencia adquirida contribuye a evitar la repetición de errores y aplicar las lecciones positivas.

Este mismo principio, se puede aplicar a las comunidades; ya que la capacitación que recibe una comunidad queda en la comunidad y minimiza la necesidad de apoyo externo.

El gobierno y sus agencias pueden cambiar, pero la comunidad mantiene la capacidad de aplicar los cambios.

La capacitación y desarrollo de recursos humanos es de suma importancia en un proyecto de desarrollo rural; pero no siempre reciben el énfasis merecido.

Al terminar la fase formal, la asistencia técnica no tiene que ser intensa, pero debe estar disponible para necesidades puntuales.

No siempre hay acceso a agencias capaces de dar asistencia y llevar a cabo investigación y que cuenten además con los recursos necesarios; por lo que el proyecto debe ser diseñado para operar a nivel tecnológico y logístico que las agencias existentes, o las que el proyecto puede desarrollar, son capaces de sostener.

#### 12.6.5.1.6.- USO DE INCENTIVOS Y SUBSIDIOS

Los incentivos y subsidios son herramientas que se utilizan para motivar a la adopción de los cambios promovidos por el proyecto. Su uso se justifica por los beneficios que recibe la sociedad. La decisión de proveer subsidios debe ser bien pensada.

Existen dos clases de incentivos o subsidios:

*Incentivos que se usan para eliminar obstáculos de adopción de un cambio promovido*, que dejarán de ser obstáculos una vez que los beneficios del cambio sean aparentes (Current y Lutz, 1992); estos son *incentivos a corto plazo*

Por ejemplo hay proyectos que pagan a la comunidad para que construya obras de conservación de suelos, siembre árboles, en la que los participantes se sienten como asalariados, sin responsabilidad de mantener las obras.

*Incentivos que aumenten los beneficios del cambio a un nivel que asegure la adopción cuando ese cambio, sin el subsidio, no genere suficientes beneficios para ser adoptado*

Para lograr la sostenibilidad es necesario mantener un subsidio en el tiempo que garantice un manejo adecuado.

Para ello se requiere de una institución que asuma la responsabilidad del seguimiento del proyecto y un compromiso presupuestario por parte del gobierno; pero debido a la inestabilidad de la mayoría de los gobiernos y las agencias nacionales, puede resultar difícil mantener la continuidad necesaria para seguir suministrando subsidios.

#### 12.6.6.- FACTORES POLITICOS Y LEGALES

Las actividades promovidas por el proyecto son específicas de la comunidad, pero muchas veces están influidas por políticas y legislaciones sectoriales y nacionales. Para mejorar la sostenibilidad, es importante el apoyo del gobierno local y el acceso de la comunidad al proceso político.

Las políticas económicas, agrícolas, de recursos naturales y sus instrumentos (leyes y normas) tienen impactos significativos sobre la sostenibilidad de los cambios y beneficios generados por el proyecto.

Los precios para los productos agrícolas, la disponibilidad de crédito para el pequeño y mediano productor, la ubicación de nuevas obras de infraestructura y las leyes que norman la tenencia de la tierra y las actividades agropecuarias están afectados por políticas e influyen sobre la sostenibilidad. Además los cambios de administración tienen impactos sobre las instituciones nacionales responsables del desarrollo rural.

Para que un agricultor participe en un proyecto de desarrollo rural, debe contar con la seguridad de que recibirá los beneficios que generen las actividades promovidas por el proyecto.

Si un propietario no tiene esa seguridad por falta de tenencia segura de la tierra, el contará con pocos incentivos para adoptar la actividad.

Para defenderse de esto, el productor opta por realizar actividades que le generen beneficios a corto plazo, aunque puedan ser dañinas para el ambiente en el largo plazo.

Esto es importante tomarlo en cuenta, cuando se deseen realizar actividades de conservación de suelos, cultivos perennes y reforestación, los cuales generan beneficios a largo plazo.

Las leyes pueden actuar como incentivos o desincentivos para el manejo sostenible de los recursos naturales.

El gobierno y los bancos de desarrollo, por medio de sus políticas de crédito, control de precios, asistencia técnica, privilegios para la exportación de ciertos productos e impuestos por importación de insumos para sectores específicos tienen un impacto sobre la sostenibilidad y los cambios que el proyecto quiera promover.

Uno de los problemas más importantes para la sostenibilidad de un proyecto durante su fase formal lo constituye los cambios políticos.

El cambio de administración, con la elección de un nuevo presidente, tiene impactos que llegan hasta los extensionistas en el campo y pueden frenar completamente las actividades de un proyecto de manera temporal o permanente.

Los cambios de directores nacionales de agencias de desarrollo rural durante una nueva administración, también influyen en la sostenibilidad de un proyecto.

Un cambio de gobierno puede frenar un proyecto por completo; lo mismo un cambio en la política de un donante o la reacción de un donante ante una situación política puede conducir a la cancelación de su apoyo.

Los problemas de índole política constituyen la base para la utilización de ONG's, la capacitación de comunidades y el desarrollo de organizaciones locales aisladas de la política nacional.

Es importante que los donantes o quienes formulan proyectos establezcan mecanismos en el proyecto que garanticen la continuidad del personal del proyecto, aunque hayan cambios políticos.

Para minimizar el impacto de las políticas nacionales y sectoriales sobre la sostenibilidad de las actividades del proyecto, es necesario conocer las políticas, comprender su impacto sobre el proyecto y su sostenibilidad y finalmente ajustar el proyecto para evitar problemas con las políticas y sus instrumentos, aprovechar oportunidades o influir sobre el proceso político para que apoye los cambios introducidos. Lo último puede ser lo más difícil. Las posibilidades de lograrlo pueden variar mucho de un país a otro.

El proyecto debe considerar cómo la comunidad puede tener acceso al proceso político para la gestión de su propio desarrollo.

La insostenibilidad de un proyecto de desarrollo rural tiene impactos dañinos sobre ese desarrollo; por lo tanto es necesario buscar soluciones que permitan una mayor sostenibilidad de los esfuerzos que promueve el desarrollo rural.

**12.7.- ELEMENTOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR PARA QUE EL  
DESARROLLO RURAL SEA SOSTENIBLE**

A continuación se mencionan los principales elementos que se deben considerar para que el desarrollo rural sea sostenible:

- . Comprensión de todos los aspectos del desarrollo sostenible en su totalidad, así como también de sus impactos en el tiempo y en el espacio, y desarrollo de recursos humanos capacitados para entender todos los aspectos y aplicarlos al programa de desarrollo

Participación de la población meta de forma individual y en grupos organizados en todas las fases de formulación, ejecución y evaluación del proyecto y desarrollo de la capacidad de autogestión del desarrollo, a nivel de los organismos de base

- . Concentración en los procesos de desarrollo apoyados por mejoras en la tecnología y en los sistemas de producción, en vez de poner todo el énfasis en la tecnología

- . Reevaluación del concepto de proyecto y consideración de nuevos paradigmas para promover el desarrollo rural que eviten los problemas asociados con el concepto, tal como se aplica actualmente

- . Aportación de metodologías para evaluar la sostenibilidad del proyecto durante las fases de diseño y para llevar un programa de seguimiento y evaluación durante la ejecución del proyecto y después que termine el apoyo externo

- . Capacitación de los integrantes de las ONG's, tanto a nivel técnico como del desarrollo sostenible o apoyo para el fortalecimiento de las agencias del Estado

## 12.8.- PRINCIPIOS DE UNA SOCIEDAD SOSTENIBLE

A continuación se enumeran los principios de una Sociedad Sostenible:

- . Respetar y cuidar la comunidad de los seres vivientes
- . Mejorar la calidad de la vida humana
- . Conservar la vitalidad y diversidad de la Tierra
- . Reducir al mínimo el agotamiento de los recursos no renovables
- . Mantenerse dentro de la capacidad de carga de la Tierra
- . Modificar las actitudes y prácticas personales
- . Facultar a las comunidades para que cuiden de su propio medio ambiente
- . Proporcionar un marco nacional para la integración del desarrollo y la conservación
- . Forjar una alianza mundial

## 12.9.- ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN NICARAGUA

La estrategia de conservación para el Desarrollo Sostenible para nuestro país *consiste básicamente en la diversificación e intensificación de la producción, mediante el aprovechamiento múltiple de sus recursos y ambientes naturales, de acuerdo a las potencialidades que sus ecosistemas brindan; sin exceder sus capacidades de regeneración natural.*

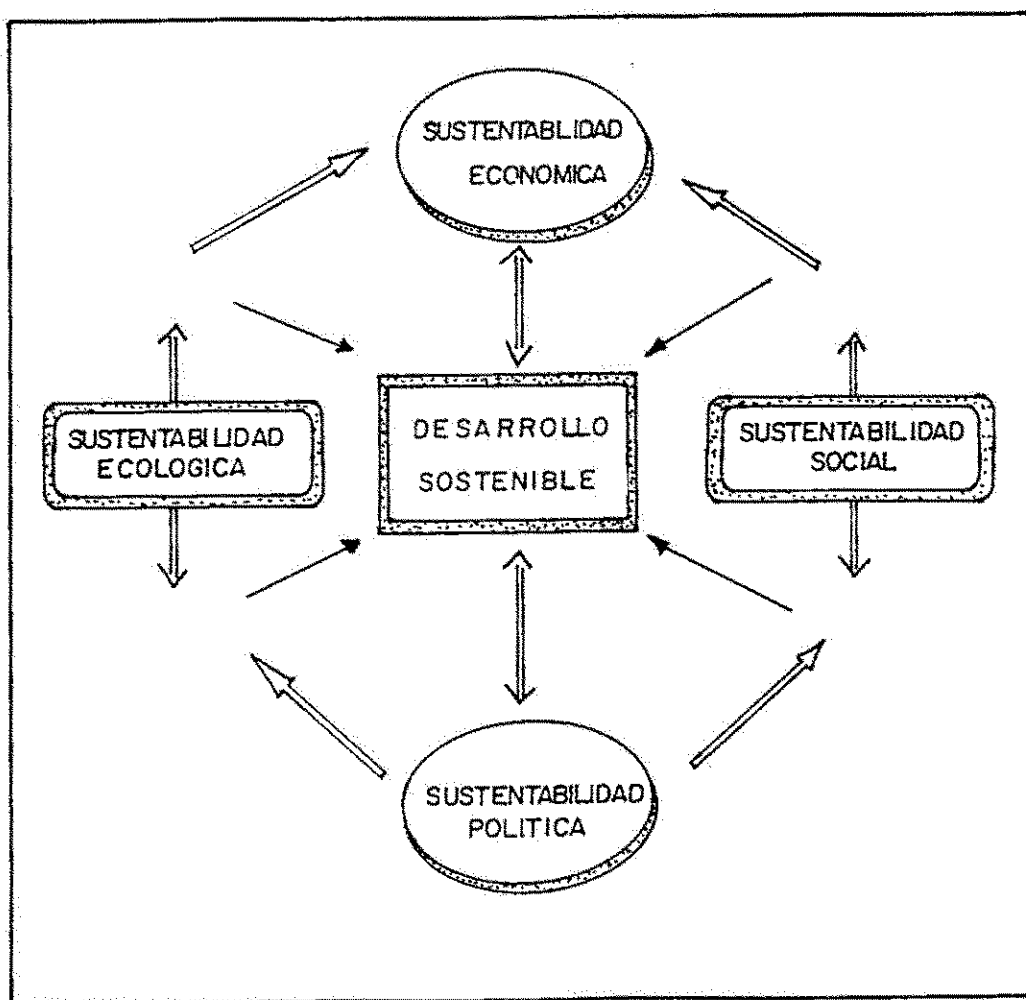
La diversificación productiva debe hacerse de acuerdo a las exigencias del mercado, en combinación con medidas de conservación, defensa de la biodiversidad y la prevención de la contaminación ambiental, mejorando la calidad de vida de la mayoría de la población más necesitada.



La estrategia debe basarse en una adecuada articulación social, económica y territorial de las actividades productivas derivadas del aprovechamiento de los recursos naturales (suelo, sub-suelo, aguas y bosques) con un nuevo enfoque para el desarrollo agropecuario, pesquero, forestal, minero y turístico, basado en la diversificación productiva y su industrialización, sobre una matriz energética no dependiente del petróleo.

Esta estrategia debe descansar en la participación abierta y democrática de una diversidad de actores y agentes económicos en los diferentes ámbitos nacional y local, en un nuevo esquema de relaciones entre el Estado y la Sociedad Civil que promueva la descentralización político administrativa y la participación amplia de la economía dándole énfasis a la incorporación productiva de la mujer y otros importantes sectores poblacionales como las minorías étnicas y los discapacitados históricamente marginados.

En el siguiente esquema se muestra la manera de poder alcanzar la Sostenibilidad del Desarrollo propuesto para nuestro país. (Fuente ECOT-PAF-IRENA, 1991)



**12.10.- ENFOQUES DE LA AGRICULTURA**

Los enfoques de la agricultura pueden ser clasificados de muchas maneras. A nivel de pequeña explotación, las prácticas comunes combinan a menudo elementos con diferentes enfoques. Sin embargo, para hacer una análisis profundo de la situación de la agricultura, es importante que distingamos los siguientes tres enfoques de la agricultura y sus características.

**12.10.1.- AGRICULTURA TRADICIONAL****12.10.1.1.- CARACTERISTICAS**

La agricultura tradicional que se practicaba en los años 50 y anteriores a este, se *caracterizaba* por:

- . Estar orientada a la subsistencia
- . Ser altamente variada, dependiendo de los factores ecológicos y culturales del lugar
- . Hacer un uso óptimo de recursos locales disponibles
- . Hacer poco uso de insumos externos

Debido a la *presión local* y a la *creciente necesidad de dinero*, la *agricultura tradicional orientada a la subsistencia*, no fue capaz de aumentar suficientemente la productividad; por ello fue necesario aumentar las áreas cultivadas, con lo cual se promovieron los riesgos de sobreexplotación, erosión y otras formas de degradación ambiental y un decrecimiento de la productividad a largo plazo.

## 12.10.2.- AGRICULTURA CONVENCIONAL

## 12.10.2.1.- GENERALIDADES

También se le denomina *Revolución Verde, Agricultura Moderna o Agricultura de Altos Insumos Externos (AAIE)*, la cual se originó con la introducción de los agroquímicos y la agromecánica en la agricultura.

A principios de 1960 se inició la Revolución Verde; que es un término utilizado para referirse a la estrategia de incremento de la producción de alimentos basada en la intensificación de la agricultura, fue originada de la investigaciones realizadas en el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) y en el Instituto de Investigación del Arroz (IRRI).

La Revolución Verde impulsó un vigoroso programa de tecnología; la cual tuvo logros evidentes y también provocó impactos negativos que han suscitado una sensibilización social creciente frente a ella.

El enfoque convencional del desarrollo agrícola pone gran énfasis en el uso de insumos externos; por ejemplo semillas híbridas, fertilizantes, mecanización, biocidas, crédito, para aumentar la productividad.

## 12.10.2.2.- CARACTERISTICAS

El sistema de explotación que resulta de la aplicación de la aplicación del enfoque de agricultura convencional, presenta las siguientes características:

- . Alto grado de uso de insumos externos
- . Campesinos ligados a los servicios comerciales y gubernamentales
- . Producción destinada al mercado
- . Especialización en un número limitado de cultivos que crecen con pureza genética o una especie animal mantenida en grandes cantidades
- . Cambio de la vegetación y el paisaje natural: reducción de la biomasa

**12.10.2.3.- VENTAJAS**

La agricultura convencional presenta las siguientes ventajas:

- . Incremento de la producción agrícola y ganadera a corto plazo
- . Alcanzo niveles de suficiencia alimentaria
- . Logro que las labores agrícolas fuesen menos penosas
- . Producción de alimentos a menos costos
- . Pasar de una agricultura de subsistencia a una agricultura industrial
- . Ser un proceso uniforme de producción que ahorra mano de obra
- . Suministrar ingresos monetarios a los campesinos

**12.10.2.4.- DESVENTAJAS**

A continuación se enumeran algunas desventajas que presenta la agricultura convencional:

- . Disminución del rendimiento debido a la constante explotación a que son sometidas las tierras
- . El decreciente rendimiento tiene repercusiones económicas en el nivel de ingreso y por ende en el nivel de vida del productor
- . Se pierden anualmente toneladas de suelos fértiles por erosión hídrica y eólica; lo que disminuye la capa fértil por lo que las cosechas cada vez son menores
- . La pérdida del suelo fértil provoca el abandono del terreno, lo que provoca el avance de la frontera agrícola
- . La deforestación, la erosión del suelo y la contaminación ambiental que produce esta agricultura hacen imposible un desarrollo agrícola sostenible

- . Tener limitada aplicabilidad en áreas agrícolas secas y propensas al riesgo
- . Tiene negativo impacto sobre las aguas, el aire y la salud humana
- . No es aplicable por muchos campesinos y países pobres, no se valoriza el conocimiento campesino
- . Tiende a subutilizar los recursos disponibles localmente
- . Tiende a subutilizar los recursos no renovables tales como energía fósil y fósforo
- . Fomenta la dependencia de los productores

#### 12.10.2.5.- **IMPACTOS NEGATIVOS**

Entre los impactos negativos que ocasiona la agricultura convencional, podemos mencionar los siguientes:

- . Provocar mayores exigencias de agroquímicos para mantener la productividad
- . Aumentar los riesgos de contaminación ambiental
- . Generalizar las explotaciones ganaderas sin tierras
- . Incrementar los riesgos de degradación del suelo por:
  - . Salinidad por transformaciones en regadío
  - . Erosión
  - . Contaminación
  - . Degradación física
- . Aumentar los riesgos para la salud humana
- . Provocar excedentes de productos agrícolas en los países del hemisferio Norte

Los problemas generados por la Revolución Verde y su poca aplicabilidad, el aumento de los precios de los insumos externos a los programas de ajuste estructural y el aumento de la conciencia ambiental entre otros, son factores que han estimulado el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles. Nuevos enfoques se han desarrollado bajo diferentes nombres como: Biodinámico, Ecológico, Natural, Orgánico, Permacultura, Regenerativo, Sostenible, para lo cual utilizaremos el término ABIES (Agricultura de Bajos Insumos Externos) para referirnos a todos ellos.

### 12.10.3.- AGRICULTURA DE BAJOS INSUMOS EXTERNOS (ABIES)

ABIES representa una forma de agricultura sobre la cual los productores tienen un alto grado de control, porque no dependen de insumos externos (y controlados del exterior).

Las prácticas agrícolas de ABIES tienen una orientación local, por lo que su desarrollo requiere un proceso activo de participación de los campesinos ya que son ellos los que poseen el mejor conocimiento de la situación agroecológica local.

#### 12.10.3.1.- CARACTERISTICAS

Este enfoque de la agricultura presenta las siguientes características:

- . Integrar el manejo de la fertilidad del suelo, la agricultura arables y la producción animal
- . Trata de usar los recursos (por ejemplo, suelo, agua, nutrientes, energía) en forma sostenible, a través de una mejorada eficiencia y del reciclaje, previniendo así el agotamiento y la contaminación
- . Usar insumos externos sólo para compensar las deficiencias
- . Involucrar prácticas agrícolas específicas del lugar
- . Incorporar los mejores componentes del conocimiento y prácticas locales de los campesinos, experiencias de la agricultura sostenible y el conocimiento científico convencional
- . Aspirar a niveles de producción estables y duraderos

**12.11.- AGRICULTURA SOSTENIBLE****12.11.1.- GENERALIDADES**

La erosión de los suelos, la destrucción de los bosques, el avance indiscriminado de la frontera agrícola junto con los procesos de desertificación, muestran, los efectos de un desarrollo sin sustentabilidad, reforzado grandemente por el estilo de desarrollo practicado en nuestro país por tantas décadas, el cual nunca ha demostrado ser sostenible.

A nivel nacional la agricultura migratoria somete cada año al sistema de tierra en franco deterioro con la tumba, roza y quema, aproximadamente 120,000 hectáreas de bosques (Guía ambientalista No. 7, Septiembre-Octubre 1991).

Ante el acelerado deterioro de nuestros recursos naturales y del medio ambiente, se hace imprescindible la búsqueda de nuevas formas de hacer agricultura, sin poner en riesgo la seguridad alimentaria y la salud de la población, tanto presente como futura. Una nueva forma de hacer agricultura es la llamada *"Agricultura Sostenible"*; *que estimula la producción, logra alcanzar una mejor productividad, así como también recobra el equilibrio ecológico perdido.*

*Las críticas recibidas por la agricultura convencional han dado lugar al incremento de los movimientos ambientalistas y a las denominadas Agriculturas Alternativas.* A partir de 1987 se ha generalizado el uso del término Sostenible o Durable, aplicado al desarrollo en general y a la agricultura en particular.

**12.11.2.- MARCO CONCEPTUAL**

Para abordar el tema de agricultura sostenible es necesario conceptualizar las bases en las que se fundamenta la misma; por lo tanto que es preciso definir los siguientes términos:

**ECOLOGIA**

Estudio de las relaciones e interrelaciones de los seres vivos (como las plantas, animales, el hombre y microorganismos) con el suelo, agua y clima

Estudia la estructura y función de la naturaleza o las interrelaciones entre los sistemas bióticos y no bióticos; estudia sistemas naturales o ecosistemas auxiliándose de varias disciplinas (Altieri, 1987)

### **AGRICULTURA**

Estudia como manejar el agroecosistema y se auxilia de la agroecología y de las ciencias sociales para comprender las relaciones entre sistemas naturales y sociales

### **AGROECOLOGIA**

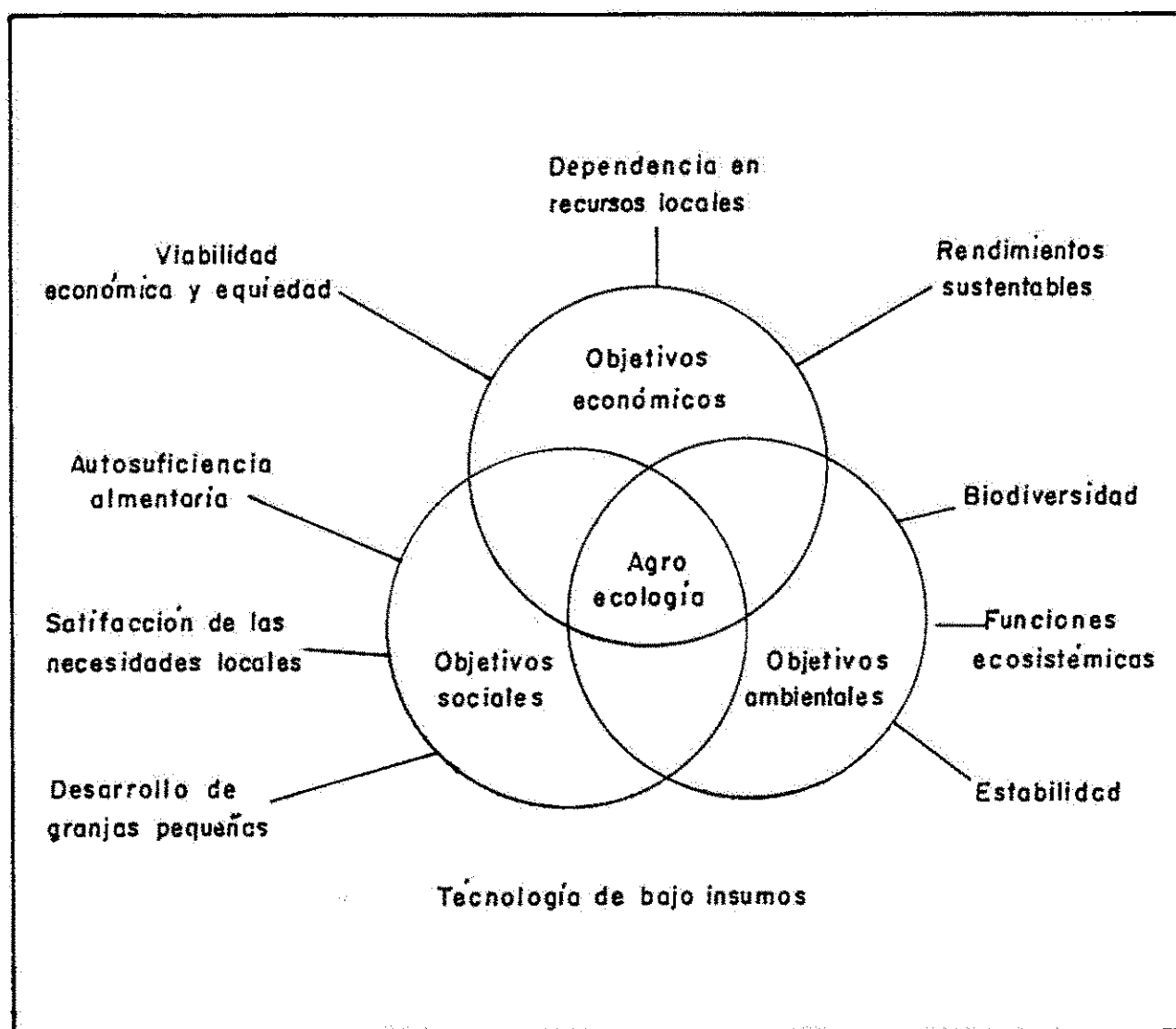
Ciencia multidisciplinaria e interdisciplinaria que se basa en otras dos ciencias generales: la agricultura y la ecología

La agroecología es una ciencia global, redonda o esférica como el planeta y el universo, totalizadora; es un instrumento para encontrar soluciones globales a problemas globales. Estudia diversos aspectos: distribución, abundancia, interacciones entre organismos y con el medio ambiente físico; la sucesión, los flujos de energía y materiales; de estos estudios se derivan tecnologías adecuadas. En ella se incluyen todas aquellas formas o técnicas de uso de la tierra, que permiten mantener los nutrientes del suelo, aumentar la materia orgánica, evitar el arrastre del suelo por el viento y el agua.

En general la agroecología permite hacer un uso correcto o adecuado del suelo para poder producir en el mismo terreno por varios años; para ello se pueden utilizar técnicas como: rotación de cultivos, cultivo en callejones, cultivo de coberturas, cortinas rompevientos, cercos vivos, cultivo en curvas a nivel, asociación de cultivos, entre otros.



El siguiente esquema nos muestra el Rol de la Agroecología en la satisfacción de los Objetivos Sociales, Ambientales y Económicos en áreas rurales (Tomado de CLADES, 1993)



**12.11.3.- DEFINICION**

A continuación se presentan algunas definiciones del término *Agricultura Sustentable considerada sinónimo de Agricultura Sostenible*:

- . Enfoque de agricultura participe de los procesos de desarrollo económico de un país, es por ello que se requiere construir las bases de un sistema agrícola productivo, sustentable, estable y justo para todos los sectores de la sociedad (Conway, citado por Trujillo, 1990)
- . Sugiere el manejo exitoso de recursos para la agricultura, para satisfacer las necesidades humanas cambiantes al mismo tiempo que se mejora la calidad del ambiente y se conservan los recursos naturales (Peter Gregory, circular Junio 1989)
- . Uso de los recursos biofísicos, económicos y sociales según su capacidad, en espacio geográfico, para mediante tecnologías biofísicas, económicas, sociales e institucionales; obtener bienes y servicios, directos e indirectos de la agricultura y los recursos naturales para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
- . Desarrollo que envuelve cambios en la producción de bienes y servicios que resultan en un incremento en el bienestar de la generación presente sin causar una caída o pérdida de bienestar a las generaciones futuras
- . Busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de la generaciones futuras para alcanzar sus propias necesidades
- . Manejo y conservación de la base de los recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, de tal manera que asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras
- . Incorpora el manejo racional de los recursos dedicados a la producción agropecuaria con el fin de satisfacer las necesidades cambiantes de la sociedad, manteniendo o fortaleciendo la base actual de recursos, evitando la degradación del ambiente

Uso de recursos tanto biofísicos como económicos para obtener productos cuyo valor socioeconómico y ambiental representa más que el valor de los insumos incorporados cuidando al mismo tiempo la productividad futura del ambiente biofísico

Persistencia en el tiempo de ciertas características necesarias y deseables del sistema socio-político y su medio ambiente natural

#### **12.11.4.- REQUISITOS**

Según Reitmeyer et. al., (1992) la Agricultura Sostenible, es aquella que cumple los siguientes requisitos:

##### ***ES ECOLOGICAMENTE SANA O BUENA***

Esto significa que la calidad de los recursos se mantienen y la vitalidad de todo el agroecosistema se incrementa. Posee una alta eficiencia de conversión de la energía y se evita la contaminación

##### ***ES ECONOMICAMENTE VIABLE***

Quiere decir que los agricultores pueden producir lo suficiente para su autoconsumo y ganan suficiente retorno para garantizar las labores y costos ocasionados

##### ***ES SOCIALMENTE JUSTA***

Significa que los recursos y poder son distribuidos de tal manera que las necesidades básicas de todos los miembros de la sociedad son satisfechos

##### ***ES HUMANA***

Significa que todas las formas de vida son respetadas (plantas, animales, humanos)

**ES ADAPTABLE**

Es decir que las comunidades rurales son capaces de ajustarse a los cambios constantes de las condiciones de la agricultura: crecimiento poblacional, políticas, cambios en los mercados, etc. Esto incluye no solo el desarrollo de nuevas y apropiadas tecnologías; sino también innovaciones en términos sociales y culturales

**12.11.5.- PRINCIPIOS**

Los principios de la agricultura sostenible o durable son los siguientes:

- . Tener futuro a largo plazo
- . Ser económicamente rentable para el agricultor
- . Evitar la contaminación ambiental
- . Tener mayor utilidad para el hombre
- . Permitir una mayor eficacia en el uso de recursos
- . Considerar las interrelaciones de todas las partes del agroecosistema
- . Minimizar el uso de materiales y prácticas que alteren las relaciones biológicas en el sistema
- . Tener enfoque holístico

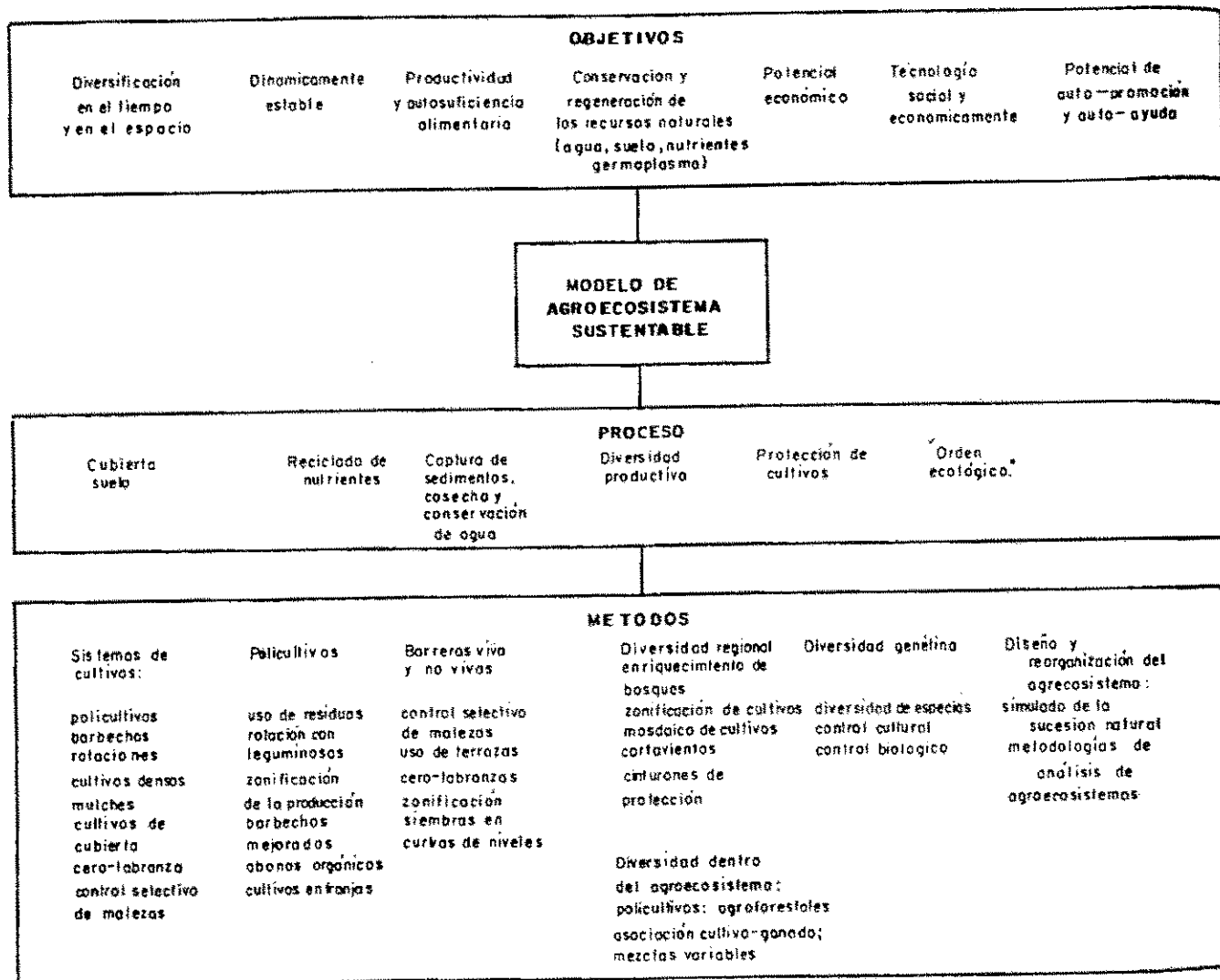
Una *estrategia clave en la agricultura sustentable es restaurar la diversidad del paisaje rural* (Altieri, 1987). La *diversidad puede ser mejorada en el tiempo durante rotaciones y secuencias de cultivos, y en el espacio en forma de cultivos de cobertura, policultivos, sistemas agroforestales y mezclas de cultivos/ganado etc.*

La *diversificación vegetal no solo actúa en la regulación de las plagas a través de la restauración del control natural, sino que además produce un reciclaje óptimo, la conservación del suelo y energía y una menor dependencia de insumos externos.*

Existen muchas *alternativas de diversificación* que nos *brindan efectos benéficos en la fertilidad del suelo, la protección y el rendimiento de los cultivos*. Si usamos una o más de estas tecnologías alternativas, las posibilidades de complementar interacciones entre los componentes del ecosistema se aumentan, lo que nos brindará uno o más de los siguientes *beneficios*:

- . Cubierta continua de vegetación para la protección del suelo
- . Producción constante de alimentos, asegurando una dieta variada y varios productos para el mercado
- . Cierre de ciclos de nutrientes y un uso efectivo de los recursos locales
- . Conservación de suelos y agua mediante mulching y la protección del viento
- . Control biológico de plagas estimulado mediante la diversificación
- . Incremento de la capacidad de uso múltiple del paisaje
- . Producción sustentable de los cultivos sin utilizar inversiones de productos químicos degradantes

En el siguiente esquema se muestran diferentes métodos que se pueden utilizar para Diversificar los Agroecosistemas; los cuales aseguran una serie de Procesos Ecológicos y Objetivos de Sostenibilidad (Tomado de CLADES, 1993)



Método para diversificar los agroecosistemas para asegurar una serie de procesos ecológicos y objetivos de sustentabilidad.

Los *elementos básicos de un agroecosistema sostenible* son los siguientes:

- . Conservación de los recursos naturales renovables
- . Adaptación del cultivo al medio ambiente
- . Mantención de niveles moderados pero sustentables de productividad

Para *lograr la sostenibilidad ecológica a largo plazo, en lugar de la productividad a corto plazo el sistema de producción debe* (Altieri, 1987):

- . Reducir el uso de energía y recursos y regular la inversión total de energía de manera que se obtenga una relación alta de producción: inversión
- . Reducir las pérdidas de nutrientes mediante la contención efectiva de la lixiviación, escurrimiento y erosión y mejorar el reciclaje de nutrientes mediante la utilización de leguminosas, abonos orgánicos, compost y otros mecanismos importantes de reciclaje
- . Estimular la producción neta deseada mediante la conservación de los recursos naturales, esto es, mediante la minimización de la degradación del suelo
- . Estimular la producción local de cultivos adaptados al conjunto natural y socio-económico
- . Reducir los costos y aumentar la eficiencia y viabilidad económica de las fincas de pequeño y mediano tamaño, promoviendo así un sistema agrícola diverso y potencialmente plástico

**12.11.6.- VENTAJAS**

Entre las ventajas que nos brinda la agricultura sostenible, podemos enumerar las siguientes:

- . Bajos costos para su implementación, porque se utiliza el recurso propio del productor y no productos químicos obtenidos del exterior. Se utilizan abonos orgánicos que se encuentran en la misma naturaleza, además no se contamina el medio ambiente
- . Facilita la conservación de los recursos naturales; se detiene el despale irracional de los bosques y con ello se evita la extensión de la frontera agrícola
- . Forma parte de la estrategia de conservación para el desarrollo sostenible y el ordenamiento ecológico de un territorio
- . Se plantea objetivos a corto, mediano y largo plazo. A largo plazo (contribuye a restaurar el potencial agroecológico), a mediano plazo (identifica y comprueba técnicas de conservación y a corto plazo (establece diálogos entre campesinos y autoridades locales, para buscar solución a los problemas técnicos)
- . Obras de conservación de suelo que se utilizan, retienen el suelo y permiten diseñar mejor el uso de las parcelas y de esta manera se distribuyen ordenadamente los cultivos
- . Técnicas de cultivo que se utilizan permiten una tendencia ascendente en cuanto al rendimiento por manzana, aumentando el nivel de ingreso y de vida del productor
- . Más practica y se avanza más rápido



**12.11.7.- CAUSAS QUE INCIDEN NEGATIVAMENTE EN EL DESARROLLO  
DE LA AGRICULTURA SOSTENIBLE EN NICARAGUA**

Entre las causas que inciden negativamente en la adopción y desarrollo de las técnicas de Agricultura Sostenible en nuestro país, podemos citar las siguientes:

- . Falta de divulgación masiva y sostenida de esta tecnología
- . Poco seguimiento y asistencia de parte de los técnicos especialistas en la materia
- . Altos costos de construcción de las estructuras de conservación de suelos y agua, no permite al productor hacerlo con sus propios recursos
- . Múltiples ocupaciones del productor, le impiden dedicar tiempo a la conservación de suelos y agua
- . Situación económica de los agricultores individuales, colectivos y cooperativas es muy baja, lo cual limita la inversión en obras de conservación de suelos y agua
- . Capacitación no es acompañada con el componente tecnológico de manejo de cultivo, lo cual limita el aprovechamiento del esfuerzo de conservación
- . Desconocimiento de parte de los campesinos de la ventaja que representa la construcción de obras de conservación sin mayor costo
- . Falta de legalización de la tierras, lo cual desmotiva a los campesinos a implementar estas nuevas tecnologías, por no tener la seguridad de la tierra
- . Planes del gobierno algunas veces entran en contradicción con los propósitos de los proyectos que impulsan este tipo de modalidad de agricultura
- . Tradicionalismo es un obstáculo, porque el agricultor a pesar de observar resultados positivos, se resiste a cambiar su sistema tradicional de cultivo
- . Falta de definición de políticas por parte del gobierno hacia el campesinado.

- . Bajos precios de los productos en el mercado, desmotiva a los productores a implementar nuevas tecnologías en sus fincas
- . Falta de organización de parte de los beneficiados (productores)
- . Asistencia técnica se da en el momento de la implementación de la nueva tecnología, pero no durante el desarrollo de la misma
- . Alta rotación del personal técnico encargado de transferir estas tecnologías
- . Contraparte nacional que trabaja con proyectos relacionados a este aspecto, no cumplen con los convenios

#### 12.11.8.- ANTECEDENTES SOBRE AGRICULTURA SOSTENIBLE EN NICARAGUA

El tema de la *Agricultura Sostenible en Nicaragua se relaciona con el desarrollo del cultivo del algodón en el occidente del país, en la década de 1950.*

Este acontecimiento significó la transformación de un sistema de agricultura diversificado, integrado por granos básicos, caña de azúcar y frutales, al sistema de monocultivo del algodón.

El proceso trajo una transformación de la estructura agraria, pasando la pequeña propiedad campesina a formar parte de las grandes fincas y empresas privadas dedicadas al cultivo del algodón. Este cultivo llegó a alcanzar más de 200,000 hectáreas en sus mejores años (1977). Esta área, en su casi totalidad, utilizó terrazas en curvas a nivel para evitar la erosión hídrica, que normalmente se presenta con alta intensidad en los suelos volcánicos de textura franca, que predominan en el occidente del país.

En general, estos esfuerzos iniciales en conservación de suelos fueron positivos para la productividad del algodón, lográndose rendimientos rentables (mayor de 2,500 kg/ha de algodón por rama) por casi tres décadas.

En la década de los años 1970, los efectos de la erosión eólica se manifestaron con mayor intensidad, este fenómeno se produjo principalmente al este del Departamento de León. El MAG, BND y CONAL en un esfuerzo conjunto fueron las principales instituciones que promovieron entre los algodoneros la utilización de medidas de conservación de suelos que se aplicaron en todas las áreas algodoneras de esa época.

La década de 1980 se caracterizó por los acontecimientos, transformaciones y crisis socio-políticas del país. La agricultura que sigue siendo la principal actividad económica del país no escapó a los efectos colaterales de estos cambios.

La energía y los derivados del petróleo, como el gas butano para cocinar, se racionó y llegó a ser un producto escaso por completo.

Esto contribuyó no sólo a aumentar el consumo de la leña para cocinar, sino que generó el comercio de la leña y una intensificación de la deforestación (deterioro de los recursos naturales).

En esta etapa, el campesino se vio obligado a emigrar a las tierras altas (zona de bosque) para poder sobrevivir.

Esto inevitablemente, conllevó a la destrucción de estos bosques, generándose así efectos colaterales como degradación de suelos, procesos de desertificación y contaminación por erosión hídrica y eólica que provocan las lluvias y los vientos en las zonas deforestadas.

Organismos no gubernamentales e instituciones nacionales e internacionales, preocupadas por el continuo deterioro de los recursos naturales, de la agricultura y en particular de la producción de alimentos, surgen para contribuir a resolver estos problemas. Las acciones se encaminan, por un lado a establecer un sistema de agricultura sostenida con prácticas de conservación de suelos.

*12.11.9.- INSTITUCIONES Y PROYECTOS PROMOTORES DE UNA  
AGRICULTURA SOSTENIBLE EN NICARAGUA**12.11.9.1.- INSTITUCIONES*

En los últimos años diversos organismos nacionales e internacionales han iniciado en nuestro país acciones para impulsar un Desarrollo Sostenido.

A nivel gubernamental el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) antes Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), es el ente que coordina acciones para la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales en el país, asimismo, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) ejecutan proyectos en ese orden, en diferentes zonas del país en coordinación con organismos internacionales.

En la promoción de la agricultura sostenible es evidente la presencia de Organismos No Gubernamentales (ONG's), el surgimiento de estos organismos fue generado en gran medida por las exigencias propias de la realidad con respecto a la político, económico y lo social en el país.

También existe la participación de la Universidad, como la institución que cuenta con las herramientas necesarias para desarrollar la investigación dirigida hacia este campo.

Existe un diagnóstico nacional del estado en que se encuentran nuestros recursos naturales; esta labor fue coordinada por IRENA y esto permitió identificar los lugares con mayores problemas de degradación ambiental.

Según el diagnóstico Incremento de la Productividad Agropecuaria y Conservación de Recursos Suelo, Aguas y Bosques (Diagnóstico, 1990), las áreas que requieren de acción inmediata son:

*AREAS CRITICAS DE PRIMER ORDEN*

Cuenca Sur de Managua, afectada por el despale y por los intensos procesos de erosión hídrica

. Cuencas de la provincia Volcano-Pacífica, específicamente las que drenan en la vertiente del Pacífico, que comprenden en sus partes altas, la cordillera volcánica de los Maribios, la llanura de suelos volcánicos de León y Chinandega y en su parte baja los ecosistemas de litorales, manglares y costas. Esta área posee importancia económica debido a que es una zona de producción de agroexportación

. Meseta de Carazo, afectada por el despale de tierras altas y erosión severa

. Volcán Mombacho que presenta problemas similares al anterior

#### *AREAS CRITICAS DE SEGUNDO ORDEN*

. Valle de Jalapa, afectado por procesos de deforestación y erosión

. Volcán Concepción, con graves problemas de deslizamientos de tierras que pone en peligro la infraestructura social y productiva

. Nueva Guinea, presenta problemas de degradación ecológico en general

. Area afectada por el huracán Joan en 1988, que sufrió la remoción violenta de la cobertura forestal natural, produciendo alteración del ciclo hidrológico y clima local, así como erosión y lavado de suelos

En agosto de 1991 el IRENA, el MAG y el Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA) firmaron un acuerdo interinstitucional para coordinar políticas y acciones en este campo.

También se han iniciado esfuerzos conjuntos para revisar el marco legal existente respecto al medio ambiente, a fin de crear una nueva legislación ambiental en el país.

Los organismos internacionales se han manifestado en el país con intensa colaboración. Países como los de la Comunidad Económica Europea (CEE), los Estados Unidos de Norteamérica, Suecia y Holanda han brindado jugosos financiamientos en apoyo a proyectos en desarrollo rural en diferentes áreas del país; así como Canadá, Italia, Noruega, Finlandia, Japón, Alemania, España y otros pero en menor orden (PNUD UNDP, 1991).

Este apoyo se brinda al MARENA, así como a otras instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

Los ONG's tienen su accionar enmarcado en diferentes aspectos orientados hacia los distintos campos del desarrollo, al campo productivo, capacitación, comuna, investigación y asesoramiento. Teniendo como uno de los métodos el tratar de incorporar a los beneficiados como los autores principales, caracterizando el proceso de participativo, con la idea de asegurar la capacidad de que ellos mismos puedan definir sus propios problemas y encontrar soluciones a los mismos.

#### 12.11.9.2.- *PROYECTOS*

A continuación haremos una breve reseña en términos globales de los proyectos que promueven la agricultura sostenible en nuestro país y que han tenido mayor impacto.

##### 12.11.9.2.1.- *PROYECTO CONTROL DE EROSION DE OCCIDENTE (P.C.E.O.)*

Desde 1980 hasta 1983, se desarrollo en occidente del país el proyecto de Conservación de Suelos y Medio Ambiente (P.C.E.O.) financiado por el BCIE y ejecutado por IRENA.

El propósito del proyecto fue frenar la contaminación provocada por la erosión eólica en las áreas algodoneras, para lo cual se establecieron 1,160 kilómetros de cortinas rompevientos y 800 hectáreas con plantaciones forestales en laderas y tierras de cultivo, pero abandonadas.

El proyecto cubrió 40,000 hectáreas de cultivo y utilizó *Ecaliptus camaloulensis* como cortina central y en los bordes se usó *Tecoma stan* y *Leucaena leucocephala*.

El establecimiento de cortinas rompevientos, introdujo cambios en el sistema de arado para evitar la pulverización excesiva del suelo y reducir los riesgos a la erosión. Se utilizó el arado de disco que provoca el volteo de la superficie arable pero conserva su estructura.

El proyecto contribuyó a disminuir la contaminación ambiental provocada por las tolvaneras. Sin embargo se desconocen los efectos sobre el rendimiento y calidad de la fibra del algodón.

**12.11.9.2.2.- PROYECTO CUENCA SUR DEL LAGO XOLOTLAN  
(P.C.E.M.)**

Este proyecto se inició en 1983 con la realización de un vivero central de plantas forestales destinadas a la instalación de cortinas rompevientos y plantaciones energéticas. En 1985 se inició la construcción de terrazas con maquinaria y se llegó a cubrir 3,500 hectáreas con aproximadamente 1,000 kilómetros de terrazas en áreas de cultivo de la cuenca.

En 1986 se llevó a cabo un plan para el control de torrentes en cauces de mayor magnitud. Se establecieron estructuras con gaviones y se llegaron a construir 30 obras, entre diques, cascadas y pozos de desecación con un volumen total de 2,210 metros cúbicos.

Las instituciones involucradas en el proyecto fueron: IRENA, ALMA y MIDINRA.

El proyecto de conservación de suelos en la comunidad de Pochocuape, cuenca sur del lago Xolotlán, formó parte del plan de control de erosión de la cuenca sur del lago.

Este proyecto cumplió en gran medida, con los objetivos planteados inicialmente; que eran los de contribuir a frenar la velocidad de las aguas y reducir la cantidad de sedimento hacia la ciudad de Managua. De ésta forma contribuyo con la conservación del suelo que antes se perdía a consecuencia de la erosión hídrica. A nivel de producción, aún no se han constatado los efectos de que si realmente fue una experiencia que haya proporcionado grandes aportes al desarrollo de las técnicas de conservación de suelos fuera de la cuenca. El área de influencia se ha limitado dentro de la cuenca.

**12.11.9.2.3.- PROYECTO FAO-IRENA EN LA CORDILLERA DE LOS  
MARIBIOS**

Este proyecto se inició en 1988, con financiamiento del gobierno de Holanda, a través de la FAO y fue ejecutado por IRENA, cubrió 1,200 kilómetros en la región II (parte occidental del país) y esta limitado por la cordillera de los Maribios y la llanura costera del Pacífico, inicialmente se conoció con el nombre de Héroes y Mártires de Veracruz, el cual fue cambiado posteriormente.

A mediados de 1991 trabajo con 16 comarcas y 5 cooperativas, donde se ubicaban 1245 familias.

El objetivo de este proyecto fue contribuir a restaurar el potencial ecológico y productivo de la cordillera de la Maribios, a través de la utilización racional del sistema suelo-agua-vegetación. Además se incluyó un componente de conservación de suelo para restaurar la fertilidad de los suelos y la producción de los cultivos; aspectos socio-económicos de la zona a beneficiar, involucrando a los sectores de los pequeños y medianos productores, dejando asentado como principio la participación de la población local.

El proyecto ha planificado tres programas con el fin de realizar actividades que vayan acorde y respondan a las neccsidades de la población, incluyendo la participación de la mujer en aspectos de la producción (formación de huertos comunales o familiares), ya que estas se sienten marginadas en relación con las actividades agropecuarias de la zona. Estos programas son:

- . Programa de Manejo de Fincas
- . Programa de Manejo de Bosque
- . Programa de la Mujer

Cada uno de estos programas encierran una serie de actividades que enmarcan los objetivos fundamentales del proyecto; para lo cual se ejecutaronn tareas que contribuyeran a la reposición de aquellos recursos naturales que se han perdido o se encuentran en pleno deterioro.

Entre las actividades que se han realizado figuran el establecimiento de curvas a nivel, barreras vivas y control de cárcavas en el aspecto de conservación de suelos; también se incorpora el componente de diversificación de cultivos con fines de comercialización y mejoramiento la dieta campesina, acompañada todas estas series de obras de la debida capacitación, asistencia técnica y crédito.

Este proyecto tenía el firme propósito de aportar sus esfuerzos hacia la obtención de encontrar el mecanismo en la zona que permitiera a los usuarios rescatar y usar racionalmente los recursos naturales de que disponen.



**12.11.9.2.4.- PROYECTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE PIKIN  
GUERRERO**

Este proyecto se inició en 1988, como un proyecto piloto en cuanto a la metodología a ser utilizada; en la Región II, departamento de Chinandega. Se localiza exactamente en la parte occidental del complejo volcánico, el Chonco, San Cristobal y el Casita.

El proyecto lo financia la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN) y lo ejecuta IRENA; lo constituyen 11 cooperativas, de las cuales 7 son Cooperativas de Crédito y Servicios (CCS) y 4 son Cooperativas Agrícolas Sandinistas (CAS).

La problemática de la zona del proyecto se ha definido dentro del contexto histórico con el auge algodonero marcado en los períodos de 1945 a 1978. Con la expansión de éste hasta las tierras más frágiles causó el fenómeno activo de la agricultura migratoria. Llevando consigo como consecuencia una alta deforestación y por lo tanto el deterioro de la capacidad productiva de la estructura productiva en aquella época.

Luego con la Reforma Agraria de 1979, los campesinos sin tierras, ahora dotados del recurso, asentaron sus bases productivas en el cultivo de granos básicos y crianza de vacunos con fines de autoconsumo y fuerte extracción de leña, además de la alta deforestación para crear nuevas áreas de siembra. Repercutiendo todo ello en las condiciones de la zona, provocándose un creciente deterioro, dramáticos cambios en las características tanto climáticas como edafológicas, entre otras.

Este es un proyecto integral, que realiza las siguientes actividades:

- . Prevención, uso y control del fuego
- . Manejo de tierras y agua
- . Asistencia técnica agrícola
- . Viveros comunales
- . Asistencia técnica ganadera
- . Forestería
- . Incorporación de la mujer a las actividades de producción y conservación de los recursos naturales

*12.11.9.2.5.- PROYECTO CONSERVACION DE SUELOS EN LA REGION  
VI*

En la región VI, las primeras acciones de conservación de suelo se iniciaron en 1986. Estas fueron promovidas y financiadas por CARE y el Centro Regional de Tecnología, en la comunidad de la Escalera perteneciente a la zona de El Tuma-Matagalpa, que en su mayoría se dedica a la producción de maíz.

En 1989 al crearse el Centro de Investigación del Café, el proyecto de conservación de suelos se reorientó a la producción del cultivo del café y se abandonaron las actividades emprendidas en la Escalera.

En el municipio de San Ramón, CARE y el MAG desarrollaron un proyecto agroforestal conservacionista que lleva un componente de Conservación de Suelos. Además en la comunidad de la Cumplida y Aranjuez se desarrolla otro proyecto de Conservación de Suelos con apoyo de Noruega.

*12.11.2.9.6.- FINCA LA ESPERANCITA*

Una de las experiencias enriquecedoras y que ha demostrado a través de sus resultados ser una alternativa viable es el Proyecto de Agricultura Orgánica: Finca LA ESPERANCITA; la cual es un centro donde se experimenta a través de ensayos comparativos, creando así centros de observación con el propósito de que éstos puedan ser aprovechados por los productores, también se capacita sobre temas como: conservación de la fertilidad de los suelos, agroforestería (como establecer cultivos agroforestales en la finca), sistemas silvopastoriles y la preparación de abono orgánico, entre otros.

La ubicación física de este proyecto es en Nueva Guinea, bajo las condiciones propias del trópico húmedo. De acuerdo a estas condiciones, los diversos experimentos que se ejecutan podrían resultar una alternativa viable para aquellos productores poseedores de suelos deteriorados o en proceso de ello.

Los experimentos que se realizan son de tipo agroforestal y silvopastoriles con gran independencia en el uso de agroquímicos, tratando de sostener así el balance ecológico.

Todas las actividades desarrolladas por este proyecto son transferidas a los agricultores de la zona de Nueva Guinea por medio de seminarios prácticos, adicionando el incremento del número de huertos de patio que mantienen prácticas de manejo adoptadas por medio de capacitación, así como también la puesta en práctica de las demás técnicas de cultivo.

En esta finca se trabaja en tres áreas diversas de agroforestería que son:

- . Cultivos Agroforestales
- . Reforestación de Uso Múltiple
- . Sistemas Silvopastoriles

#### **12.11.2.9.7.- PROGRAMA CAMPESINO A CAMPESINO (PCaC)**

El Programa Campesino a Campesino es impulsado por la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG) para impulsar la conservación de los suelos y mejorar la productividad de los cultivos, iniciándose desde 1986 con el apoyo en ese entonces del Servicio de Desarrollo y Paz de México (SEDEPAC) y CENSA, con lo cual se inició un plan piloto de conservación de suelo en Santa Lucía, Teustepe y en Pochocuape.

Posteriormente con la experiencia y éxitos del plan piloto, el programa se extendió a otras regiones, en 1990 llegó a cubrir casi todas las regiones administrativas del país. En esta etapa recibió la cooperación de organismos como fundación FORD y CODEL, OXFAM-CANADA, OXFAM-INGLATERRA y ACRAS-ITALIA.

Este programa es un movimiento nacional cuyo objetivo es multiplicar las innovaciones agrícolas del campesinado nicaragüense a través del intercambio, la capacitación y la experimentación campesina.

El objetivo del Proyecto Campesino a Campesino fue capacitar a los agricultores, utilizando como vía la conservación de suelos para producir alimentos y tratar de recuperar los suelos deteriorados como consecuencia del cultivo intensivo de granos básicos como el maíz y el frijol.

La metodología utilizada en este programa ha estado basada en el rescate de tecnologías tradicionales, la difusión y la adopción de nuevos métodos de producción a través de los intercambios entre los campesinos innovadores.

La dinámica de trabajo educativo del cual disponen es por medio de: observaciones audiovisuales, demostraciones, experimentación, entre otras, siendo la principal la capacitación colectiva por medio de seminarios provistos de contenidos teóricos y prácticos. Dichos seminarios pueden ser después multiplicados en forma individual, desarrollándose de esta manera el proceso de transferencia y adopción de las tecnologías.

Entre las técnicas utilizadas en este programa podemos mencionar las siguientes: abono orgánico, frijol abono, barreras vivas y muertas, acequias, curvas a nivel, tracción animal; así como cultivos trampas y la implementación de preparados a base ya sea de chile, ajo, cebolla, mezclando con jabón para el control de plagas. También se utilizan insecticidas naturales a base de madero negro (*Gliricidia sepium*) y Nim (*Azederach indica*), este insecticida no se ha difundido mucho por lo que son pocos los productores que lo utilizan.

Uno de los proyectos más importantes y con mejores resultados dentro del programa Campesino a Campesino es el de **SANTA LUCIA en Boaco**. Este proyecto fue planteado por IRENA, en el estudio de ordenamiento y manejo de la cuenca alta y media del río Malacatoya en 1986.

Este estudio recogió en detalle la caracterización del área, la problemática y las acciones que se debían tomar para reducir los riesgos de erosión y proteger el embalse de las Canoas, así como la producción de alimentos de la cuenca alta.

La experiencia de Santa Lucía ha servido como un modelo para la implementación de proyectos de conservación de suelos. Sin embargo careció y aún carece del apoyo financiero y técnico para realizar la capacitación y obras de conservación en la comunidad.

**12.11.2.9.8.- PROYECTO DE CAFE ORGANICO**

El proyecto de producción de café orgánico en Nicaragua se inició en 1988 en la IV región, en el departamento de Granada (Cerro Mombacho), tuvo bajo su cobertura la producción de un área total de 2000 manzanas, con la participación de 700 familias aproximadamente.

Dicho proyecto se ha difundido desde entonces por las zonas de Carazo y el Volcán San Cristóbal en el departamento de León y San Juan del Río Coco-Nueva Segovia. Ha estado dirigido hacia los diferentes sectores de propiedad; Cooperativas Agrícolas Sadinistas, que es el sector más importante; Area Estatal y Area Privada, con algunos pequeños productores individuales.

A partir de 1990, con la desintegración de la Empresa Mauricio Duarte (Empresa estatal en Jinotepe-Carazo) quien conducía dicho proyecto, éste pasó bajo la dirección del Movimiento Ambientalista de Nicaragua (MAN).

El MAN brinda asistencia técnica y capacitación a los productores, vigila por el uso exclusivo de técnicas orgánicas y sostiene las relaciones de comercialización con una organización en Alemania (MITKA), la que paga un sobreprecio comparado con el precio en el mercado mundial.

Se ha observado que esta idea ha sido adoptada por los productores que tienen poco acceso a los recursos financieros, este tipo de técnica les favorece porque no representa altos costos. Un motivo importante para los productores es aumentar los rendimientos en comparación con el café tradicional (o "natural") sin o con poco uso de fertilizantes.

El principio de mantener el cafeto con abono orgánico, corresponde a eliminar inmediatamente en lo posible el uso de agroquímicos, sobretudo de fertilizantes, contando con el control natural para contrarrestar el ataque de las plagas.

**12.11.2.9.9.- PROYECTO DE CAPACITACION CAMPESINA HORIZONTAL Y  
DESARROLLO SOSTENIBLE-RIO SAN JUAN**

El Centro para la Investigación, la Promoción y el Desarrollo Rural y Social (CIPRES) ha venido desarrollando un proyecto de desarrollo alternativo con la tendencia de tratar de estabilizar los sistemas de productivos de los campesinos que practican activamente la agricultura migratoria en el departamento de Río San Juan. El Proyecto de Capacitación Campesina Horizontal y Desarrollo Sostenible.

Según CIPRES (1991), dicha propuesta deviene de que las actividades agropecuarias campesinas y las necesidades de la conservación de los recursos naturales pueden conciliarse y que el desarrollo sostenible en términos ecológicos, sólo es posible si el mismo es autosustentable en términos económicos, sociales y culturales por los protagonistas del desarrollo.

La frontera agrícola ha generado serias consecuencias a los sistemas productivos campesinas a tal extremo de llevarlos hasta el desequilibrio ecológico (baja fertilidad, reducción del ciclo hidrológico, bajos rendimientos etc), causada por la constante migración campesina, a la cual se le está agotando las condiciones que permiten el fenómeno (CIPRES, 1991).

Ante esta evidente situación el proyecto antes mencionado tiene como objetivos fundamentales, mejorar el uso de los principales factores de la producción campesina. La estrategia a ejecutarse resultará de la activa y sistemática participación de los productos involucrados.

El eje central de dichos propósitos parte de las acciones de capacitación y experimentación. La primera etapa del proyecto de Capacitación Horizontal y Desarrollo Sostenible se estableció en áreas temáticas de: regeneración del suelo, manejo de abonos verdes y cobertura vegetal.

Los contenidos de estos talleres de capacitación fueron orientados hacia lo práctico. Con respecto a la experimentación, fue a pequeña escala, con el análisis de los comportamientos agrotécnicos tratando de efectuar cambios dentro de éstos, y así conjuntamente estudiar su impacto.

Este proyecto ha generado avances significativos con respecto a la creación de las condiciones adecuadas para el desarrollo de la capacitación y la promoción campesina a pesar las limitantes encontradas, tales como la capacitación metodológica del personal que labora en las agencias contribuyentes al CIPRES.

Dadas las circunstancias de la zona y de los agentes sociales, motivo del proyecto, es imposible efectuar extrapolación en forma mecánica con las experiencias de otros proyectos en cuanto a paquetes, como el caso del Programa Campesino a Campesino en Santa Lucía.

#### 12.12.- **FACTORES NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA SOSTENIBLE EN NICARAGUA**

Podemos señalar que los modelos de producción agropecuaria que se han aplicado en nuestro país se han llevado históricamente sin ninguna consideración ambiental y que todos los problemas agropecuarios son producto de una agricultura sin sostenibilidad, tendiente solo a deteriorar nuestro principal recurso económico.

En esta nueva etapa de conservación de los Recursos Naturales debemos estar claros que lo que se trata de salvaguardar es el patrimonio natural que se legará a las generaciones futuras.

Las técnicas de conservación de suelos se encuentran dispersas en diferentes regiones del país y en la actualidad son promovidas y desarrolladas por diversas instituciones y organismos gubernamentales y no gubernamentales con poca o ninguna vinculación entre ellos.

El tradicionalismo es una limitante importante que existe en el país para implantar el sistema de Agricultura Sostenible, ya que muchos productores aún observando que esta tiene resultados positivos, no se animan a cambiar su sistema de cultivo, por inseguridad; además no existe apoyo de parte de las instituciones financieras, porque tienen el concepto de que las tierras desgastadas no son productivas.

*Para lograr el Desarrollo de la Agricultura Sostenida en nuestro país, se hacen necesarios los siguientes factores*

- . Estabilidad política, económica y social
- . Aprovechar la distribución de la riqueza que se hizo a lo largo de la década pasada y en el primeros años de la década actual
- . Aprovechar racional e inteligentemente los recursos naturales existentes
- . Los Organismos Internacionales deben incluir en los proyectos productivos la aplicación de técnicas de sostenibilidad en el sector agropecuario
- . Apoyo total y decidido del Gobierno e Instituciones involucradas en pro de esta agricultura, coordinando, dirigiendo y concientizando a todos los sectores de la población



## 12.13.- AGRICULTURA CONVENCIONAL vs AGRICULTURA SOSTENIBLE

En los siguientes cuadros se muestran diferentes aspectos relativos a la Agricultura Convencional y la Agricultura Sostenible

AGRICULTURA CONVENCIONAL	AGRICULTURA SOSTENIBLE
CARACTERISTICAS	CARACTERISTICAS
USO	USO
Aprovechamiento Máximo del Potencial de los Recursos Naturales	Aprovechamiento Optimo del Potencial de los Recursos Naturales
TECNOLOGIA	TECNOLOGIA
Alta Tecnologia	Tecnología Adecuada o Apropiaada
Mecanización	Mecanización
Tractor, arado de subsoleo, gradeo	Tractor, Bueyes, Tracción Manual
Uso de Maquinaria pesada	Labranza mínima, Cero Labranza Uso de Espeque Mejorado Siembra al Voleo
Quimización o Uso de Químicos	No usa químicos
Fertilizantes químicos (Urea, Completo, Foliares)	Uso de Abono orgánico, Abono Verde, Mulch; Lombricultura
Insecticidas Químicos, Fungicidas, Hervicidas Sistémicos	Insecticidas Biológicos y/o Botánicos, Plantas Repelentes, Trampas, etc; Control o Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIP)
Uso de aviones para fumigar	
Obras de Manejo y Conservación de Suelos y Agua	Obras de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas
Tedolito para trazado de Curvas a Nivel	Aparato A para trazado de curvas a nivel
Grandes Infraestructuras	Infraestructuras Modestas
Represas Drenajes revestido de concreto, construcción de Terrazas con grandes movimientos de tierra y uso de maquinaria pesada para transformar la topografía	Drenajes, terrazas, barreras muertas, barreras vivas, conservación de la humedad, agroforestería, etc

RESULTADOS O EFECTOS	RESULTADOS O EFECTOS
<p data-bbox="223 466 627 527">Destrucción masiva y acelerada de los Recursos Naturales.</p> <p data-bbox="223 562 713 842">Para cultivar grandes extensiones, si es área virgen, se hace un despale, desperdiándose y destruyéndose los recursos de flora y fauna y exterminando la Biodiversidad. El suelo queda desprotegido de vegetación y es erosionado por la lluvia y por el viento, hasta que desaparece por completo; además, este proceso se facilita por la acción de la maquinaria que pulveriza al suelo.</p> <p data-bbox="223 848 703 970">Los ríos se secan, porque no hay vegetación que favorezca la infiltración del agua de lluvia, que alimenta fuentes de aguas y acuíferos subterráneos.</p> <p data-bbox="223 977 703 1169">Las fuentes de agua, el aire, el suelo y los productos cosechados se contaminan, muriéndose los microorganismos que producen y mantienen la fertilidad natural y muriéndose o contaminándose los peces de los ríos y los animales silvestres.</p> <p data-bbox="223 1175 713 1324">Se produce un desequilibrio biológico; por ejemplo los insectos benéficos que se alimentan de las plagas y microorganismos que producen enfermedades a las plantas se mueren.</p> <p data-bbox="223 1330 713 1481">Las personas y los animales se contaminan por los productos cultivados que comen y el aire que respiran, padeciendo de enfermedades, cáncer, y mutaciones genéticas que causan el nacimiento de niños deformes.</p> <p data-bbox="223 1488 672 1577">Se altera el equilibrio energético por la introducción de energía y materiales artificiales.</p> <p data-bbox="223 1584 692 1645">Desaparece el reciclaje porque no se aporta materia orgánica al suelo.</p>	<p data-bbox="752 466 1303 527">Restauración o rehabilitación de recursos naturales degradados.</p> <p data-bbox="752 562 1285 719">Se establecen Agrosistemas que permiten la regeneración de parcelas productivas o de áreas geográficas. Se restablece una Biodiversidad que permite recuperar el equilibrio biológicos, energéticos y el reciclaje de la materia.</p> <p data-bbox="752 725 1303 813">El equilibrio Biológico restablecido permite el control natural de las plagas y de las enfermedades de los cultivos.</p> <p data-bbox="752 819 1318 970">El equilibrio Energético permite que la energía y la materia producida en el Agrosistema se transforme y se consuma, no teniendo que expulsar o exportar desechos del sistema, al no introducir energía o materia artificial innecesaria al sistema.</p> <p data-bbox="752 977 1307 1066">El reciclaje permite producir y mantener la fertilidad natural del suelo y alta productividad a muy bajos costos.</p> <p data-bbox="752 1073 1330 1195">Se recuperan la calidad y los potenciales productivos de el suelo, el clima, las fuentes de agua, la vegetación, la vida silvestre y acuática (pesca) y la biodiversidad; se estabilizan el relieve y el clima.</p> <p data-bbox="752 1201 1297 1291">Se producen alimentos sanos, sin contaminantes; de alta calidad nutritiva; se propicia la higiene y salud ambiental.</p> <p data-bbox="752 1297 1330 1385">Se propicia la productividad y altos rendimientos por unidad de área, se incrementan los ingresos de la familia rural.</p> <p data-bbox="752 1391 1327 1481">Se fomenta la autogestión y organización comunitaria, la capacitación técnica, el rescate cultural y creación de mercados alternativos.</p> <p data-bbox="752 1488 1330 1549">Se propicia y fomenta el desarrollo y calidad de vida de la población local y nacional.</p>

ASPECTOS	AGRICULTURA CONVENCIONAL	AGRICULTURA SOSTENIBLE
Organización y Manejo		
Planeamiento	Planeamiento más fácil	Planeamiento complejo
Mecanización	Más fácil	Difícil de mecanizar por su diversificación
Mano de obra	Generalmente solo un pico de trabajo	Varios picos de trabajo
	Más fácil de especializar	Difícil de especializar
Uso de la tierra	Exige épocas de abandono para descansar	No requiere de períodos de descanso
Uso de los recursos	Lineal e Irracional	Cíclico y Racional

ASPECTOS	AGRICULTURA CONVENCIONAL	AGRICULTURA SOSTENIBLE
Extensión		
Concepto	Transferir tecnología	Proceso de Inonovacion y búsqueda del Conocimiento
Rol	Encargada de transferir de los centros experimentales al agricultor	Facilita el proceso de OPT. Investigación en fincas y experimentación campesina
Orientada a	Recomendaciones fijas y recetas	Recomendaciones en la finca, flexibles, ajustadas a la realidad del agricultor
Naturaleza de Intervención Rural	Intervención tábajo de arriba hacia	Proceso horizontal basados en recursos y procesos internos
Contexto Institucional	Problema identificado a alto nivel, burocrático y centralizado (gobierno)	Problema identificado a nivel local y descentralizado (ONG's), Organización de Agricultores
Conducta esperada del agricultor	Aceptación, pasiva o resistencia	Crítica, Activa, Participativa

ASPECTOS	AGRICULTURA CONVENCIONAL	AGRICULTURA SOSTENTIBLE
Investigación		
Concepción	Hipotética y Deductiva	Inductiva y orientada a conocer los procesos
Punto de partida	Parte de las teorías académicas	Parte del conocimiento y condiciones locales
Metodología	Reduccionista, específica	Holística, Sistémica
	Parámetros cuantitativos	Parámetros cuantitativos y cualitativos
Tipo	De tipo experimental	Condiciones reales
Enfoque	Con enfoque curativo	Con enfoque preventivo
	Conclusiones conocidas a priori	Conclusiones
	Disciplinaria	Interdisciplinaria
Orientación	Orientada a Monocultivos	Orientada a Sistemas Complejos
	Orientada a aumentar la producción	Orientada a la producción y a la conservación

ASPECTOS	AGRICULTURA CONVENCIONAL	AGRICULTURA SOSTENIBLE
Tecnología		
Concepto	Es un producto concreto	Es conocimiento aplicable
Tendencia	Orientación exógena Orientada a sustituir procesos biológicos	Orientación endógena Orientada a reforzar procesos biológicos
Características	Cercana a la industria Concentrada en energía fósil	Cercana a la Ecología Concentrada en recursos biológicos
Aplicabilidad	Extrapolable	Localmente aplicable
Organización	Organizada en paquetes	Organizada en principios
Velocidad de los cambios	Rápidos	Graduales
Grado de contaminación	Produce alto grado de contaminación	Evita la contaminación

ASPECTOS	AGRICULTURA CONVENCIONAL	AGRICULTURA SOSTENTIBLE
Descripción del Modelo		
Bases	Un único modelo, homogéneo (por ejemplo para tierras planas)	Diversidad de alternativas (por ejemplo para tierras planas y para laderas)
Vinculación al Mercado	Dependiente y susceptible a las variaciones	Vinculación diversificada y menos dependiente a las oscilaciones del mercado
Intensidad	Intensivo en insumos externos y en capital	Intensivo en información, conocimientos, mano de obra y destreza del agricultor
Fuente del Conocimiento	Considera la ciencia como la única fuente del conocimiento	Se considera fundamental el conocimiento del agricultor. Es el punto de partida para los cambios en la finca o comunidad
Impacto en la Economía Nacional	Hace al país dependiente de importaciones	Hace al país autosuficiente de alimentos  Evita hambre y trae prosperidad general  Base de progreso sólido y duradero

# **ANEXOS**



## **AGRONIVEL TIPO “A”**

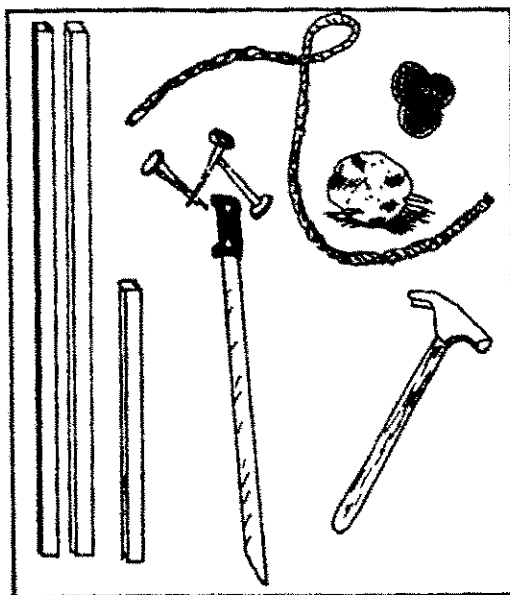
El Nivel Tipo "A" también denominado aparato "A" por su forma parecida a una A mayúscula, es un instrumento que se utiliza para realizar el trazo de curvas a nivel en el terreno, su construcción y utilización es fácil: por lo que se recomienda enseñar su uso a los productores que estén comenzando a establecer prácticas de conservación de suelos en sus parcelas.

Para su construcción se recomienda utilizar los materiales que tenga disponible el agricultor (madera rolliza o renglón, madera verde o seca) y es necesario efectuar los siguientes pasos:

#### Preparación de las Herramientas y Materiales

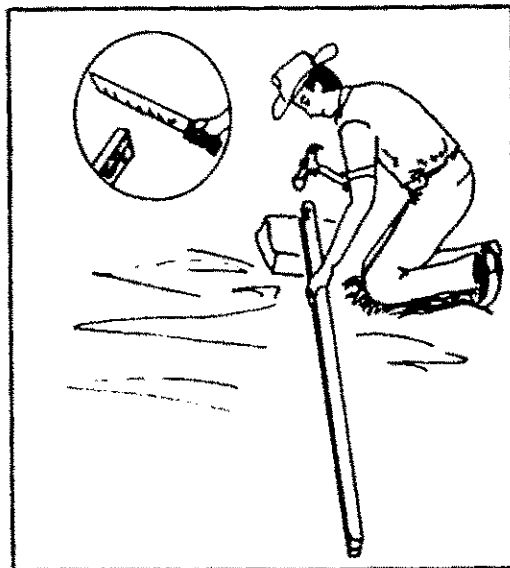
Para fabricar el aparato "A" se necesita contar con:

- . 1 martillo
- . 1 machete o serrucho
- . 1 cinta métrica
- . 2 palos rollizos de 2 metros de largo
- . 1 palo de un metro y 10 centímetros de largo
- . 1 mecate fino o manila de más de 2 metros de largo
- . 2 estacas cortas
- . 3 clavos de 3 pulgadas
- . 1 piedra que pese 2 ó 3 libras ó una botella de un litro



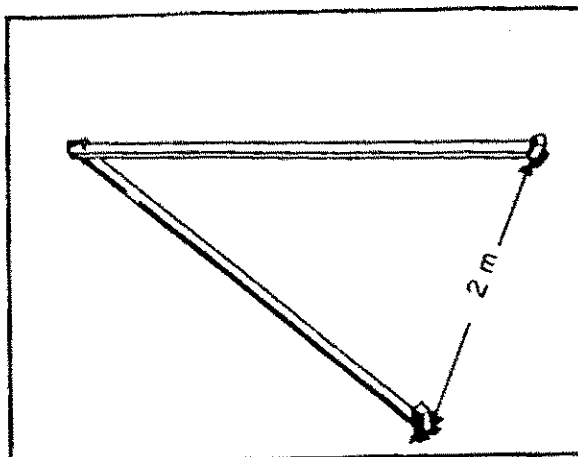
#### Cortar y clavar los palos que formarán las patas

Hay que cortar 2 palos de 2 metros de largo y emparejarlos, los cuales constituirán las patas del aparato, estos se deben colocar uno encima del otro y clavarlos. El clavo debe quedar a una pulgada del extremo de los dos palos. Es importante no meter todo el clavo, sino dejar la cabeza de este más o menos a un centímetro fuera de la madera



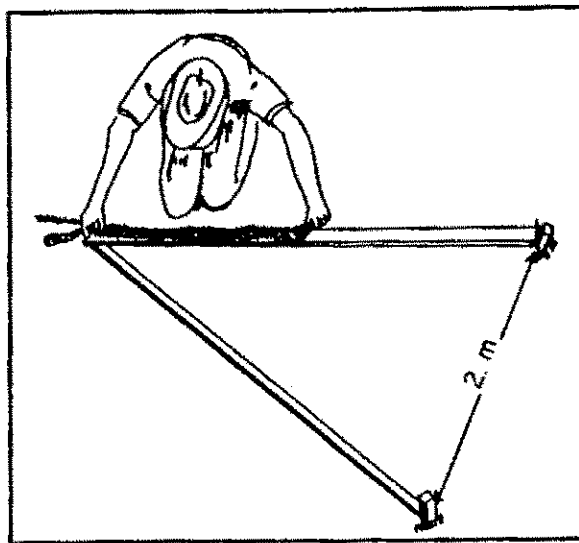
### Abrir el Aparato "A"

Después de clavar los palos, se deben abrir las dos patas del aparato sobre el suelo hasta medir 2 metros de punta a punta para facilitar los demás trabajos. Para asegurar la medida deseada se pueden clavar 2 estacas sobre tierra pareja a una distancia de dos metros de centro a centro



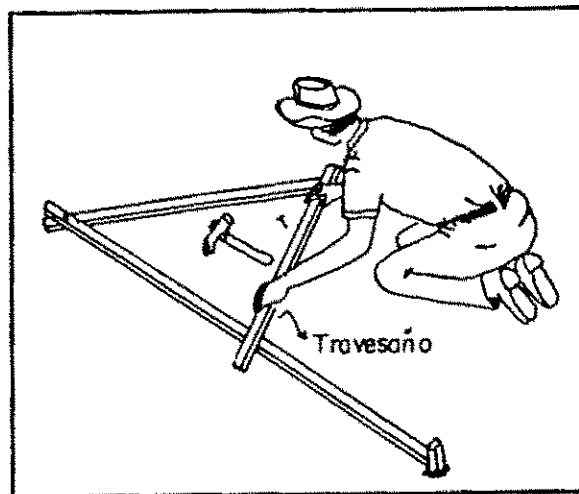
### Medir el lugar del Travesaño

Con las patas arregladas, se procede a armar el travesaño, este se coloca a la mitad de la distancia entre el clavo de unión y las puntas de las patas. Para ubicar este lugar se debe amarrar al clavo un mecate y cortarlo al nivel de la punta de una de las patas, después doblarlo en su mitad, reuniendo los dos extremos al nivel del clavo y marcar con un clavo o con el machete el lugar donde llegue sobre la primera pata; esta operación se debe realizar en las dos patas del aparato



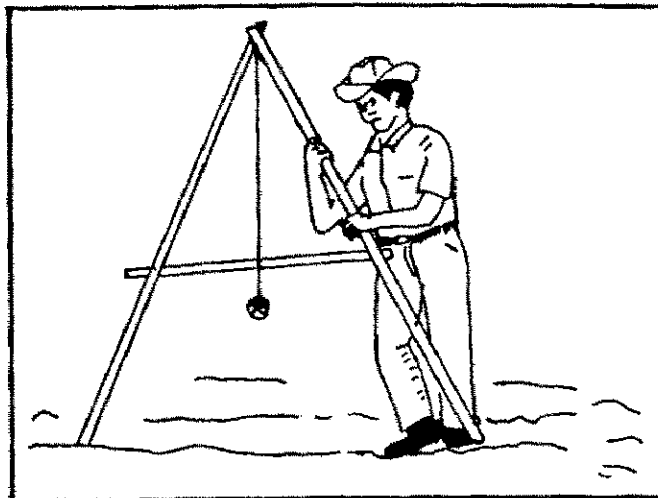
### Clavar el Travesaño

El travesaño se clava metiendo el clavo al ras de la madera, este se puede colocar arriba o abajo de las marcas; lo que facilitará el uso del deanivel dependiendo de la estatura del agricultor. Una vez clavado hay que chequear que la apertura del aparato sea de 2 metros, en caso contrario es necesario corregirla

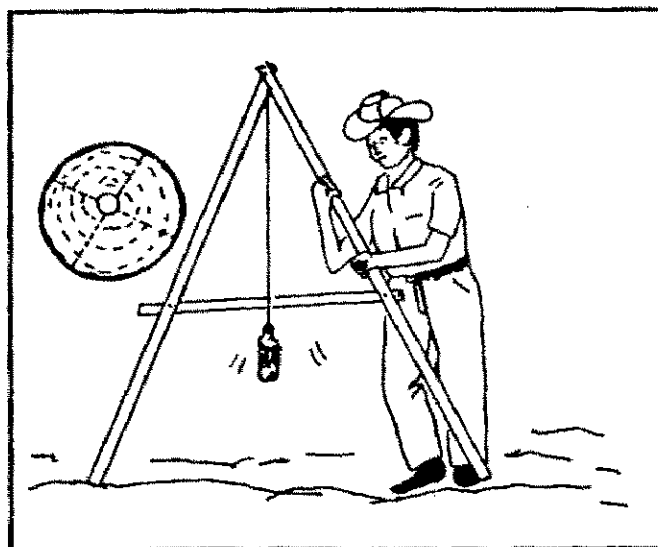


### Amarrar la Plomada

Constituye el último paso en la construcción de este aparato, hay diferentes tipos de plomada; lo más fácil es conseguir como plomada una piedra que sea más o menos redonda y algo pesada. Si este es el caso se debe amarrar un mecatito o manila al clavo de unión de las 2 patas y en la otra punta amarrar la piedra a una cuarte por debajo del travesaño, esta plomada sencilla señalará el nivel



En el caso de utilizar una botella con tapón de rosca como material para la plomada, se debe sacar el corcho del tapón y doblarlo dos veces, cortando la punta que forma la intersección de las dos líneas en el centro del mismo. Después se debe introducir el corcho en el tapón y abrir un agujero en medio de este y finalmente introducir una cuerda atando un nudo al lado interior de este. Es necesario llenar la botella con agua o tierra para darle más peso. La plomada se debe colgar sobre la cabeza del clavo que sale de la punta superior del marco del aparato

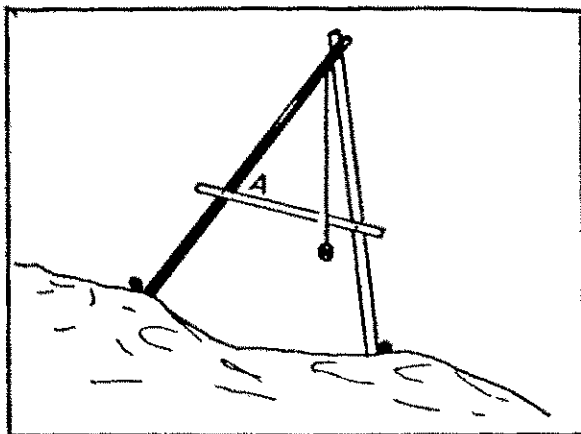


### Calibración del nivel tipo "A"

Calibrar el nivel significa buscar y marcar el punto donde cae la plomada cuando las dos patas estén a la misma altura, o sea, a nivel. Para efectuar esta operación deben realizar los siguientes pasos:

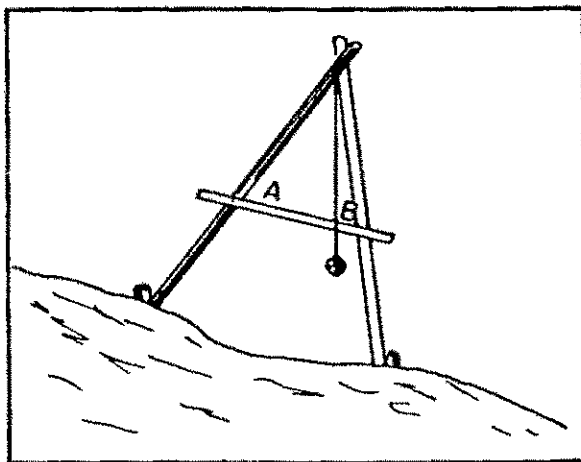
#### Señalar el nivel donde pasa la plomada

Se deben cortar dos estacas y buscar un lugar en el terreno que tenga pendiente. El aparato se debe colocar en la ladera poniendo estacas al pie de las patas de este y marcar el lugar donde la cuerda de la plomada toque el travesaño. A este punto se le denomina "A"



#### Dar vuelta al aparato

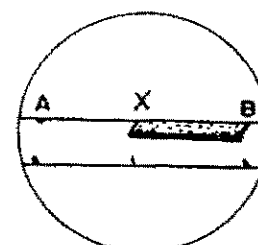
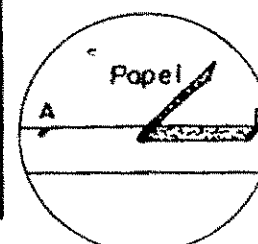
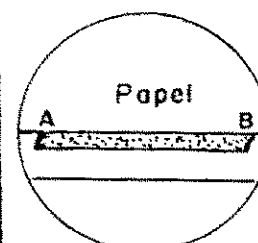
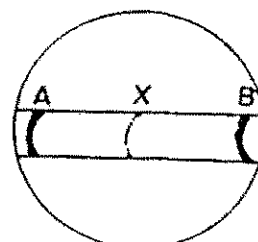
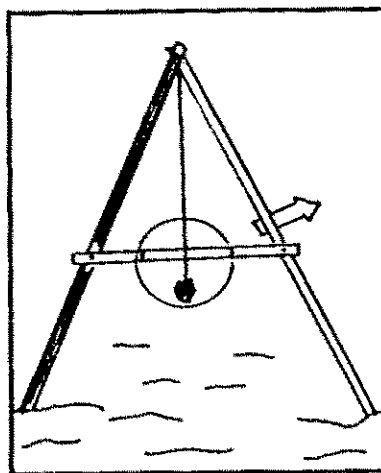
Hay que darle media vuelta al aparato, procurando que cada pata quede exactamente en el mismo punto que ocupaba la otra anteriormente y marcar de nuevo el punto donde ahora cae la cuerda sobre el travesaño. Este punto se llama "B"



### Marcar el punto medio

La posición exacta de la plomada que nos indicará cuando el aparato o sea el terreno está a nivel, será el punto medio entre las dos marcas señaladas en el travesaño (A y B) y se le llama X.

El punto medio se puede determinar de varias formas, se puede medir con una cuerda la distancia entre A y B y doblarla por la mitad y señalar este punto en el travesaño, con una cinta métrica o se puede tomar un papelito y colocarlo a la mitad del travesaño y cortar sus dos puntas al nivel de las dos marcas (A y B), luego doblarlo en dos partes iguales y marcar con un machete sobre el travesaño donde termina el papel doblado, finalmente con tierra se pueden borrar las dos marcas anteriores



### Chequear el plomo del aparato "A"

Para chequear que el nivel está bien ajustado, se debe dar vuelta al aparato sobre las estacas y comprobar que la plomada sigue marcando el nivel, o sea que el machete sigue pasando justo por la marca sobre el travesaño

**LEY GENERAL**  
**DEL MEDIO AMBIENTE**  
**Y LOS RECURSOS NATURALES**

**TITULO I  
CAPITULO I  
DISPOSICIONES GENERALES**

- Arto.1** La presente Ley General del Medio Ambiente y los recursos Naturales tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del Medio Ambiente y los Recursos Naturales que lo integran, asegurando a lo señalado en la Constitución Política.
- Arto.2** Las disposiciones contenidas en la presente ley son de orden público. Toda persona podrá tener participación ciudadana para promover el inicio de acciones administrativas, o penales en contra de los que infrinjan la presente ley.
- Arto.3** Son objetivos particulares de la presente Ley:
- 1) Prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que originen deterioro del medio ambiente y contaminación de los ecosistemas.
  - 2) Establecer los medios, formas y oportunidades para una explotación racional de los recursos naturales dentro de una Planificación Nacional fundamentada en el desarrollo sostenible, con equidad y justicia social y tomando en cuenta la diversidad del país y respetando los derechos reconocidos a nuestras regiones autónomas de la Costa Atlántica y Gobiernos Municipales.
  - 3) La utilización correcta del espacio físico a través de un ordenamiento territorial que considere la protección del ambiente y los recursos naturales como base para el desarrollo de las actividades humanas.
  - 4) Fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, para garantizar la biodiversidad y demás recursos.
  - 5) Garantizar el uso y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos, asegurando de esta manera la sostenibilidad de los mismos.
  - 6) Fomentar y estimular la educación ambiental como medio para promover una sociedad en armonía con la naturaleza.
  - 7) Propiciar un medio sano que contribuya de la mejor manera a la promoción de la salud y prevención de las enfermedades del pueblo nicaragüense.
  - 8) Impulsar e incentivar actividades y programas que tiendan al desarrollo y cumplimiento de la presente Ley.
  - 9) Las demás contenidas en esta Ley.



**Arto.4** El desarrollo económico y social del país se sujetará a los siguientes principios rectores:

- 1) El ambiente es patrimonio común de la nación y constituye una base para el desarrollo sostenible del país.
- 2) Es deber del Estado y de todos los habitantes proteger los recursos naturales y el ambiente, mejorarlos, restaurarlos y procurar eliminar los patrones de producción y consumo no sostenibles.
- 3) El criterio de prevención prevalecerá sobre cualquier otro en la gestión pública y privada del ambiente. No podrá alegarse la falta de una certeza científica absoluta como razón para no adoptar medidas preventivas en todas las actividades que impacten el ambiente.
- 4) El estado debe reconocer y prestar apoyo a los pueblos y Comunidades Indígenas, sean estas de las Regiones Autónomas o del Pacífico Centro del país, en sus actividades para la prevención con el ambiente y uso sostenible de los recursos naturales.
- 5) El derecho de propiedad tiene una función social-ambiental que limita y condiciona su ejercicio absoluto, abusivo y arbitrario, de conformidad con las disposiciones de la presente ley y de las leyes ambientales especiales vigentes o que se sancionen en el futuro.

6) La libertad de los habitantes, en el ámbito de las actividades económicas y sociales, está limitada y condicionada por el interés social, de conformidad con las disposiciones de la Constitución Política, la presente Ley y las leyes ambientales especiales vigentes o que se dicten en el futuro.

7) Las condiciones y contratos de explotación racional de los recursos naturales que otorga el Estado en las regiones autónomas de la Costa Atlántica deberán contar con la aprobación del Consejo Autónomo correspondiente. En los contratos de explotación racional de los recursos naturales ubicados en los municipios respectivos, el Estado solicitará y tomará en cuenta la opinión de los gobiernos municipales, antes de autorizarlos.

## CAPITULO II DEFINICIONES

**Arto.5** Para los efectos de esta Ley, se entenderá por :

**AMBIENTE:** El sistema de elementos bióticos, abióticos socio-económicos culturales y estéticos que interactúan entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven determinando su relación y sobrevivencia.

**APROVECHAMIENTO:** El uso o explotación racional sostenible de recursos naturales y ambientales.

**BIODIVERSIDAD:** El conjunto de todas y cada una de las especies de seres vivos y su variedades sean terrestres acuáticos, vivan en el aire o en el suelo, sean plantas o animales o de cualquier índole. Incluye la diversidad de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas, así como la diversidad genética.

**CONSERVACION:** La aplicación de las medidas necesarias para preservar, mejorar, Mantener, rehabilitar y restaurar las poblaciones y los ecosistemas, sin afectar su aprovechamiento.

**CONTAMINACION:** La presencia y/o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna, o que degrade la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo o de los bienes y recursos naturales en general.

**CONTAMINANTE:** Toda materia, elemento, compuesto, sustancias, derivados químicos o biológicos, energía, radiación, vibración, ruido o una contaminación de ellos en cualquiera de sus estados físicos que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, fauna o cualquier otro elemento del ambiente, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad, poniendo en riesgo la salud de las personas y la prevención y conservación del ambiente.

**CONTROL AMBIENTAL:** La vigilancia, inspección, monitoreo y aplicación de medidas para la conservación del ambiente.

**DANO AMBIENTAL:** Toda pérdida, disminución, deterioro o perjuicio que se ocasione al ambiente o a uno o más de sus componentes.

**DOCUMENTO DE IMPACTO AMBIENTAL:** Documento preparado por el equipo multidisciplinario, bajo la responsabilidad del proponente, mediante el cual se da a conocer a la autoridad competente y otros interesados los resultados y conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental, traduciendo las informaciones y datos técnicos en un lenguaje claro y de fácil comprensión.

**DESARROLLO SOSTENIBLE:** Mejorar la calidad de vida humana sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan.

**CAPACIDAD DE CARGA:** Son los límites que los ecosistemas y la biosfera pueden soportar sin sufrir un grave deterioro.

**EDUCACION AMBIENTAL:** Proceso permanente de formación ciudadana, formal e informal, para la toma de conciencia y el desarrollo de valores, concepto y actitudes frente a la protección y el uso sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente.

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:** Conjunto de actividades técnicas y científicas destinadas a la identificación predicción y control de los impactos ambientales de un proyecto y sus alternativas presentando en forma de informe técnico y realizado según los criterios establecidos por las normas vigentes.

**ECOSISTEMAS:** La unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y su relación con el ambiente.

**EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL:** Se entiende por Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) el instrumento de política y gestión ambiental formado por el conjunto de procedimientos estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto puedan causar sobre el ambiente.

**IMPACTO AMBIENTAL:** Cualquier alteración significativa positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente provocadas por acción humana y/o acontecimientos de la naturaleza en un área de influencia definida.

**ORDENAMIENTO:** Proceso de Planificación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo en el territorio Nacional, de acuerdo con sus características potenciales y de aptitud tomando en cuenta los recursos naturales y ambientales, las actividades económicas y sociales y la distribución de la población, en el marco de una política de conservación y uso sostenible de los sistemas ecológicos.

**PERMISO AMBIENTAL:** Documento otorgado por la autoridad competente a solicitud del proponente de un Proyecto el que certifica que desde el punto de vista de protección ambiental la actividad se puede ejecutar bajo el condicionamiento de cumplir las medidas establecidas.

**RECURSOS NATURALES:** Elementos naturales de que dispone el hombre para satisfacer sus necesidades económicas, sociales y culturales (Elementos naturales susceptibles de ser aprovechados por el hombre).

**NIVELES DE EMISION:** Liberación de gases de efecto invernadero o sus precursores en la atmósfera en un área y un periodo de tiempo especificado.

**AREAS PROTEGIDAS:** Las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora, fauna silvestre y otras formas de vida, así como la biodiversidad y la biosfera.

Igualmente se incluirá en esta categoría, aquellos espacios del territorio nacional que al protegerlos, se pretende restaurar y conservar fenómenos geomorfológicos, sitios de importancia histórica, arqueológica, cultural, escénicos o recreativos.

**RESIDUOS PELIGROSOS:** Se entiende por residuos peligrosos aquellos que, en cualquier estado físico, contengan cantidades significativa de sustancias que pueden presentar peligro para la vida o salud de los organismos vivos cuando se liberan al ambiente o si se manipulan incorrectamente debido a su magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o de cualquier otra característica que representen un peligro para la salud humana, la calidad de la vida, los recursos ambientales o el equilibrio ecológico.

## TITULO II DE LA GESTION DEL AMBIENTE CAPITULO I DE LA COMISION DEL AMBIENTE

**Arto.6** Se crea la Comisión del Ambiente, como foro de análisis, discusión y concertación de las políticas ambientales. Esta funcionará como instancia de coordinación entre el Estado y la Sociedad Civil para procurar la acción armónica de todos los sectores, así como órgano consultivo y asesor del Poder Ejecutivo en relación a la formulación de políticas, estrategias, diseño y ejecución de programas ambientales.

**Arto.7** La Comisión estará integrada en forma permanente por los representantes de las siguientes Instituciones y organismos:

- 1) Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales quien lo presidirá.
- 2) Ministerio de Economía y Desarrollo.

- 3) Ministerio de Finanzas.
- 4) Ministerio de Construcción y Transporte.
- 5) Ministerio de Salud.
- 6) Ministerio de Relaciones Exteriores.
- 7) Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.
- 8) Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
- 9) Un delegado de cada uno de los Consejos Regionales Autónomos del Atlántico Sur y Norte.
- 10) Un delegado de la Asociación de Municipios de Nicaragua.
- 11) Dos delegados de los organismos no gubernamentales ambientalistas uno de ellos en representación del Movimiento Ambientalista Nicaragüense.
- 12) Dos delegados de la Empresa Privada: uno del sector industrial y otro del sector agropecuario.
- 13) Un delegado del sector sindical.
- 14) Un delegado del Consejo Nacional de Universidades.
- 15) Un delegado de la Comisión del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Asamblea Nacional.

Quando la temática lo amerite se invitará a participar al Representante de otras Instituciones y organismos del Estado o la Sociedad Civil.

La Comisión funcionará de acuerdo al Reglamento Interno que ella misma emitirá.

**Arto.8** El Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales como ente regulador y normador de la política ambiental del país, será el responsable del cumplimiento de la presente Ley y dará seguimiento a la ejecución de las disposiciones establecidas en la misma.

**Arto.9** Se crea la Procuraduría para la Defensa del Ambiente y los Recursos Naturales, como rama especializada de la Procuraduría General de Justicia. Esta ejercerá la representación y defensa de los intereses del Estado y la sociedad en esta materia.

**Arto.10** La Procuraduría del Ambiente tendrá las siguientes atribuciones:

- 1) Ejercer las acciones y representación del interés público, con carácter de parte procesal, en todos aquellos juicios por infracción a las leyes ambientales.
- 2) Ejercer las demás acciones previstas en esta Ley, en la Ley Orgánica de la Procuraduría General de Justicia y en las demás leyes pertinentes.

## CAPITULO II DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA GESTION AMBIENTAL

**Arto.11** Son Instrumentos para la Gestión Ambiental el conjunto de políticas, directrices, normas técnicas y legales, actividades, programas, proyectos e instituciones que permiten la aplicación de los Principios Generales Ambientales y la consecución de los objetivos ambientales del país, entre estos, los siguientes:

- |     |   |         |   |
|-----|---|---------|---|
| 1)  | De la Planificación y Legislación.  | Arto.13 | Las instancias responsables de la formulación y aplicación de la Política Ambiental, de las normas técnicas y demás instrumentos previstos en la legislación, observarán los siguientes principios: |
| 2)  | Del Ordenamiento Ambiental del Territorio.                                |         |   |
| 3)  | De las Areas Protegidas.  |         |   |
| 4)  | De Permisos y Evaluaciones del Impacto Ambiental.                         | 1)      | Del equilibrio de los ecosistemas dependen la vida y las posibilidades productivas del país.  |
| 5)  | Del Sistema Nacional de Información Ambiental.                            |         |   |
| 6)  | De la Educación, Divulgación y Desarrollo Científico Tecnológico.         | 2)      | Los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad.                                    |
| 7)  | De los Incentivos.  |         |   |
| 8)  | De las Inversiones Públicas.  | 3)      | La protección del equilibrio ecológico es una responsabilidad compartida del Estado y los ciudadanos.   |
| 9)  | Del Fondo Nacional del Ambiente.  |         |   |
| 10) | De la Declaración de Areas contaminadas y de las Emergencias Ambientales. | 4)      | La responsabilidad de velar por el equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de la vida de las futuras generaciones.                     |

### SECCION I DE LA PLANIFICACION Y LEGISLACION

Arto.12 La planificación del desarrollo nacional, regional y municipal del país deberá integrar elementos ambientales en sus planes, programas y proyectos económicos y sociales, respetando los principios de publicidad y participación ciudadana.

Dentro del Ambito de su competencia, todos los organismos de la administración pública, entes descentralizados y autoridades municipales deben prever y planificar la no afectación irreversible y la protección y recuperación del ambiente y los recursos naturales para evitar su deterioro y extinción.

- |    |   |
|----|---|
| 5) | La eficiencia de las acciones ambientales requieren de la coordinación interinstitucional y la concertación con la sociedad civil.                  |
| 6) | La prevención en el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos.   |
| 7) | El aprovechamiento de los recursos naturales renovables debe realizarse de manera que asegure el mantenimiento de su biodiversidad y renovabilidad. |

- 8) La explotación óptima de los recursos naturales no renovables evita la generación de efectos ecológicos adversos.
- 9) La calidad de vida de la población depende del control y de la prevención de la contaminación ambiental, del adecuado aprovechamiento de los elementos naturales y del mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos.
- 10) Las actividades que se lleven a cabo dentro del territorio nacional, deberán respetar el equilibrio ecológico de otros países o de zonas de jurisdicción internacional.

## SECCION II DEL ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL TERRITORIO

**Arto.14** El ordenamiento ambiental del territorio tendrá como objetivo principal alcanzar la máxima armonía posible en las interrelaciones de la sociedad con su medio ambiente, tomando en cuenta:

- 1) Las características topográficas, geomorfológicas y meteorológicas de las diferentes regiones ambientales del país.
- 2) Las vocaciones de cada región en función de sus recursos naturales, la conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de las fuentes de agua.
- 3) La distribución y pautas culturales de la población.

- 4) Los desequilibrios ecológicos existentes por causas humanas o naturales.

**Arto.15** El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales y el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales dictarán y pondrán en vigencia las normas, pautas y criterios, para el ordenamiento del territorio tomando en cuenta:

- 1) Los usos prioritarios a que estarán destinadas las áreas del territorio nacional de acuerdo a sus potencialidades económicas, condiciones específicas y capacidades ecológicas.
- 2) La localización de las principales zonas industriales, agroindustriales, agropecuarias, forestales, mineras y de servicios.
- 3) Los lineamientos generales del proceso de urbanización y del sistema de ciudades.
- 4) La delimitación de las áreas naturales protegidas y de otros espacios sujetos a un régimen especial de conservación y mejoramiento del ambiente; protección absoluta y de manejo restringido.
- 5) La ubicación de las grandes obras de infraestructura relativa a energía, comunicaciones, transporte, aprovechamiento de recursos hídricos, saneamiento de áreas extensas y otras análogas.
- 6) Los lineamientos generales de los corredores viales y de transporte.

**Arto.16** La elaboración y ejecución de los planes de ordenamiento del territorio será responsabilidad de las autoridades municipales quienes lo harán en base a las pautas y directrices establecidas. En el caso de las regiones Autónomas de la Costa Atlántica será competencia de los Consejos Regionales Autónomos con la Asistencia Técnica de las instituciones especializadas.

### SECCION III DE LAS AREAS PROTEGIDAS

**Arto.17** Crease el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, que comprende todas las áreas declaradas como tal a la fecha de entrada en vigencia de esta Ley y las que se declaren en el futuro.

**Arto.18** El establecimiento y declaración legal de áreas naturales protegidas, tiene como objetivo fundamental:

- 1) Preservar los ecosistemas naturales representativos de las diversas regiones biogeográficas y ecológicas del país.
- 2) Proteger cuencas hidrográficas, ciclos hidrológicos, mantos acuíferos, muestras de comunidades bióticas, recursos genéticos y la diversidad genética silvestre de flora y fauna.
- 3) Favorecer el desarrollo de tecnologías apropiadas para el mejoramiento y el aprovechamiento racional y sostenible de los ecosistemas naturales.
- 4) Proteger paisajes naturales y los entornos de los monumentos históricos, arqueológicos y artísticos.

5) Promover las actividades recreativas y de turismo en convivencia con la naturaleza.

6) Favorecer la educación ambiental, la investigación científica y el estudio de los ecosistemas.

**Arto.19** Se incorporará y transformará a los habitantes de áreas protegidas en los verdaderos vigilantes de esos sitios, garantizándoles de parte del Estado todos los derechos y garantías a que tienen derechos los nicaragüenses.

**Arto.20** La declaración de áreas protegidas se establecerá por ley, y su iniciativa se normará de acuerdo a lo establecido en el Arto. 140 Cn. Previo a la declaratoria se deberá tomar en cuenta:

- 1) La identificación y delimitación del área.
- 2) El Estudio técnico que contenga las características y condiciones biofísicas, sociales, culturales y ambientales.
- 3) Las condiciones socio económicas de la población y áreas circundantes.
- 4) Las categorías de manejo reconocidas internacionalmente y las que se formulen a nivel nacional.
- 5) La partida presupuestaria para pagar en efectivo y de previo a los propietarios que fueren afectados.
- 6) Las comunidades indígenas cuando el área protegida se establezca en tierras de dichas comunidades.

7) Para efectos de esta ley las categorías de áreas protegidas reconocidas serán las siguientes:

7.1.- Reserva Natural

7.2.- Parque Nacional

7.3.- Reserva biológica

7.4.- Monumento Nacional

7.5.- Monumento Histórico

7.6.- Refugio de vida silvestre

7.7.- Reserva de Biosfera

7.8.- Reserva de Recursos genéticos.

7.9.- Paisaje terrestre y marino protegidos.

**Arto.21** Todas las actividades que se desarrollen en áreas protegidas, obligatoriamente se realizarán conforme a planes de manejo supervisados por MARENA, los que se adecuarán a las categorías que para cada área se establezcan. Tanto en la consecución de los objetivos de protección como en el gestión y vigilancia se procurará integrar a la comunidad.

**Arto.22** La normación y control de las áreas protegidas estará a cargo de El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, quien podrá autorizar la construcción de estaciones de servicios e investigación, así como dar en administración las áreas protegidas propiedad del Estado a terceros, siempre que sean personas jurídicas nicaragüenses sin fines de lucro, bajo las condiciones y normas que sobre la materia se establezca en el respectivo plan de manejo.

**Arto.23** Todas las tierras de propiedad privada situadas en áreas protegidas están sujetas a las condiciones de Manejo establecidas en las leyes que regulen la materia. Los derechos adquiridos de los propietarios que no acepten las nuevas condiciones que establezcan estarán sujetos a declaración de utilidad pública, previo pago en efectivo de justa indemnización.

**Arto.24** Se establecerán zonas de amortiguamiento alrededor de las áreas protegidas en las dimensiones y con las limitaciones de uso estipuladas en el respectivo Plan de Manejo.

#### SECCION IV DE PERMISOS Y EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

**Arto.25** Los Proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro al ambiente o a los recursos naturales, deberán obtener previo a su ejecución, el Permiso ambiental otorgado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. El Reglamento establecerá la lista específica de tipo de obras y proyectos.

Los Proyectos que no estuvieran contemplados en las lista específica, estarán obligados a presentar a la Municipalidad correspondiente el formulario ambiental que el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales establezca como requisito para el permiso respectivo.

**Arto.26** Las actividades, obras o proyectos públicos o privados de inversión nacional o extranjera, durante su fase de preinversión, ejecución, ampliación, rehabilitación o reconversión, quedarán sujetos a la realización de estudios y evaluaciones de Impacto Ambiental, como requisito para el otorgamiento del Permiso Ambiental.



Aquellos que no cumplan con las exigencias, recomendaciones o controles que se fijen serán sancionados por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. El costo del estudio del impacto ambiental estará a cargo del interesado en desarrollar la obra o proyecto.

**Arto.27** El sistema de permisos y Evaluación del Impacto Ambiental será administrado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, con coordinación con las instituciones que corresponda. El MARENA estará obligado a consultar el estudio con los organismos sectoriales competentes así como los Gobiernos Municipales. En el caso de las Regiones Autónoma de la Costa Atlántica el sistema será administrado por el Consejo Regional respectivo, y en coordinación con la autoridad que administra o autoriza la actividad, obra o proyecto en base a las disposiciones reglamentarias, respetándose la participación ciudadana y garantizándose la difusión correspondiente.

**Arto.28** En los Permisos Ambientales se incluirán todas las obligaciones del propietario del proyecto o institución responsable del mismo estableciendo la forma de seguimiento y cumplimiento del Permiso obtenido.

**Arto.29** El permiso obliga a quien se le otorga:

- 1) Mantener los controles y recomendaciones establecidas para la ejecución o realización de la actividad.
- 2) Asumir las responsabilidades administrativas, civiles y penales de los daños que se causaren al ambiente.

- 3) Observar las disposiciones establecidas en las normas y reglamentos especiales vigentes.

**Arto.30** El Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales en base a la clasificación de las obras de inversión y el dimensionamiento de las mismas, emitirá las normas técnicas, disposiciones y guías metodológicas necesarias para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental.

#### SECCION V DEL SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION AMBIENTAL

**Arto.31** Se establece el Sistema Nacional de información Ambiental bajo la responsabilidad del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Dicho sistema estará integrado por los organismos e instituciones públicas y privadas dedicadas a generar información técnica y científica sobre el estado del Ambiente y los Recursos Naturales.

**Arto.32** Los datos del Sistema Nacional de Información Ambiental serán de libre consulta y se procurará su periódica difusión, salvo los restringidos por las Leyes específicas.

**Arto.33** Sin perjuicio de los derechos de propiedad intelectual, todo aquel que realice una investigación o trabajo sobre el ambiente y los Recursos Naturales entregará un ejemplar o copia de la investigación o estudio al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. En el caso de estudios realizados en las Regiones Autónomas se remitirá copia del mismo al Consejo Regional Autónomo respectivo.

**Arto.44** El Estado fomentará mediante incentivos fiscales las inversiones para el reciclaje de desechos domésticos y comerciales para su industrialización y reutilización, acorde a los procedimientos técnicos y sanitarios que aprueben las autoridades competentes.

**Arto.45** Se exonerará de impuestos de importación a los equipos y maquinarias conceptualizados como tecnología limpia en su uso, previa certificación del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerio de Finanzas.

#### **SECCION VII DE LAS INVERSIONES PUBLICAS**

**Arto.46** En los planes de obras públicas las Instituciones incluirán entre las prioridades las inversiones que estén destinadas a la protección y el mejoramiento de la calidad de vida.

**Arto.47** Las partidas presupuestarias destinadas las obras o proyectos de inversión, deberán incluir los fondos necesarios para asegurar la incorporación del Estudio del Impacto Ambiental y medidas o acciones que se deriven de los mismos en el caso de las inversiones públicas corresponderá a la Contraloría General de la República velar porque dichas partidas estén incorporadas en los presupuestos respectivos.

#### **SECCION IX DEL FONDO NACIONAL DEL AMBIENTE**

**Arto.48** Se crea el Fondo Nacional del Ambiente para desarrollar y financiar programas y proyectos de protección, conservación, restauración del ambiente y desarrollo sostenible. Dicho Fondo se regirá por un reglamento especial que emitirá el Poder Ejecutivo respetando las disposiciones señaladas en las leyes específicas en relación con las Regiones Autónomas de la Costa atlántica. Su uso será definido en consulta con la Comisión Nacional del Ambiente.

**Arto.49** El Fondo Nacional del Ambiente se integrará con los fondos provenientes del otorgamiento de licencias ambientales, multas y decomisos por infracciones a ésta Ley y por las donaciones nacionales e internacionales otorgadas para tal fin; y, otros recursos que para tal efecto se le asignen.

**Arto.50** Las actividades, proyectos y programas a ser financiados total o parcialmente por el Fondo Nacional del Ambiente, podrán ser ejecutados por instituciones estatales regionales autónomas, municipales o por organizaciones no gubernamentales y de la Empresa Privada; estos deberán estar enmarcados en las políticas nacionales, regionales, y municipales para el ambiente y desarrollo sostenible y ser sometidos al proceso de selección y aprobación según Reglamento.

**SECCION X  
DE LA DECLARATORIA DE AREAS  
CONTAMINADAS Y DE LAS EMERGENCIAS  
AMBIENTALES**

**Arto.51** La Presidencia de la República a propuesta del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales de los Consejos Regionales Autónomos de la Costa Atlántica y los Consejos Municipales respectivos podrá declarar zona de emergencia ambiental ante la ocurrencia de un desastre, por el tiempo que subsista la situación y sus consecuencias.

**Arto.52** Todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, están obligadas a participar en la prevención y solución de los problemas originados por los desastres ambientales.

**Arto.53** La Presidencia de la República a propuesta del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, los Consejos Regionales Autónomos de la Costa Atlántica y los Consejos Municipales respectivos podrá declarar como áreas contaminadas las zonas cuyos índices de contaminación sobrepasen los límites permisibles y en las mismas se aplicarán las medidas de control que correspondan.

**TITULO III  
DE LOS RECURSOS NATURALES  
CAPITULO I  
NORMAS COMUNES Y FORMAS DE ADQUIRIR  
LOS DERECHOS**

**Arto.54** Los recursos naturales son patrimonio nacional, su dominio, uso y aprovechamiento serán regulados por lo que establezca la presente ley, las leyes especiales y sus respectivos reglamentos. El Estado podrá otorgar derecho a aprovechar los recursos naturales por concesión, permisos, licencias y cuotas.

**Arto.55** Para el uso y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables deben tomarse en cuenta, entre otros, los siguientes criterios:

- 1) La sostenibilidad de los recursos naturales.
- 2) La conveniencia de la preservación del ambiente, sus costos y beneficios socio-económicos.
- 3) Los planes y prioridades del país, municipio o región autónoma y comunidad indígena donde se encuentren los recursos y los beneficios de su aprovechamiento para las comunidades.

**Arto.56** El plazo para el aprovechamiento de los recursos naturales se fijará en las leyes específicas tomando en cuenta la naturaleza del recurso, su disponibilidad, la rentabilidad individual y social de la misma.

**Arto.57** El Estado, por razones de interés público, podrá limitar en forma total o parcial, permanente o transitoria, el uso y aprovechamiento de los recursos naturales. Esta materia se regulará a través de las leyes específicas.

**Arto.58** Serán causales generales de rescisión de los permisos de aprovechamiento, el incumplimiento de la presente ley y de las leyes especiales.

**Arto.59** Las leyes especiales que regulen el dominio, uso y aprovechamiento de los recursos naturales deberán enmarcarse en lo preceptuado en la presente Ley.

**Arto.60** Es facultad del Ministerio de Economía y Desarrollo, la administración del uso de los recursos naturales del dominio del Estado que le hayan asignado o se le asignen por ley, garantizando el cumplimiento de las normas técnicas y regulaciones establecidas por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. En las Regiones Autónomas esta administración se hará en coordinación con los Consejos Regionales Autónomos.

**Arto.61** Es facultad del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, la normación del uso de los recursos naturales renovables y no renovables, el monitoreo, control de calidad y el uso adecuado de los mismos. En las Regiones Autónomas esta normación se hará en coordinación con los Consejos Regionales Autónomos.

## **CAPITULO II DE LA BIODIVERSIDAD Y EL PATRIMONIO GENETICO NACIONAL**

**Arto.62** Es deber del Estado y de todos sus habitantes velar por la conservación y aprovechamiento de la diversidad biológica y del patrimonio genético nacional, de acuerdo a los principios y normas consignados en la legislación nacional, en los Tratados y Convenios Internacionales suscritos y ratificados por Nicaragua.

En el caso de los pueblos indígenas y comunidades étnicas que aportan recursos genéticos, el Estado garantizará que dicho uso se concederá conforme a condiciones determinadas en consultas con los mismos.

**Arto.63** Las personas naturales o jurídicas que realicen estudios sobre biotecnología, deberán contar con la aprobación de la autoridad competente, de acuerdo al Reglamento establecido para tal efecto. En los casos autorizados se debe asegurar la participación efectiva de la población, en especial, aquellos grupos que aportan recursos genéticos y, proporcionales toda la información disponible acerca del uso, seguridad y los posibles efectos derivados de la transferencia, manipulación y utilización de cualquier organismo resultante.

**Arto.64** Por Ministerio de esta ley quedan registradas y patentadas a favor del Estado y del pueblo nicaragüense, para su uso exclusivo o preferente, los germoplasmas y cada una de las especies nativas del territorio nacional, particularmente las endémicas. Se establecerá un Reglamento para tal efecto, el cual fijará el procedimiento.

**Arto.65** Para el uso y aprovechamiento de la Diversidad Biológica, tanto silvestre como domesticada, se debe tomar en cuenta lo siguientes:

- 1) La diversidad de las especies animales y vegetales
- 2) Las especies endémicas y en peligro de extinción.
- 3) El inventario y monitoreo biológico de la Biodiversidad.
- 4) El conocimiento y uso tradicional por comunidades locales e indígenas.
- 5) La tecnología de manejo de las especies de mayor interés.

**Arto.66** El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales determinará el listado de las especies en peligro de extinción, amenazadas, las cuales serán objeto de riguroso control y de mecanismos de protección in situ y ex situ, que garanticen su recuperación y conservación de acuerdo a las leyes especiales y/o convenios regionales e internacionales.

**Arto.67** El establecimiento de zoológicos para fines comerciales o actividades científicas de especies amenazadas en peligro o en vías de extinción, se regulará por ley.

**Arto.68** La introducción al país y la salida del mismo de especies animales y vegetales, sean éstas nativas o no nativas, deben ser previamente autorizadas por la autoridad competente, de acuerdo a los principios y normas consignadas en la legislación nacional, en los Tratados y Convenios Internacionales suscritos y ratificados por Nicaragua.

**Arto.69** El Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales realizará inventario y registro de la diversidad biológica del país, para lo cual se podrá coordinar con centros de investigación nacionales y extranjeros.

**Arto.70** Con el fin de normar el resguardo y preservación de la Diversidad Biológica del país, se establece un plazo máximo de seis meses para presentar una iniciativa de Ley de Biodiversidad a partir de la vigencia de esta ley, la que deberá reflejar entre otros aspectos, lo referente:

- 1) Las Areas Naturales Protegidas.
- 2) Recursos Genéticos
- 3) Especies animales y vegetales.

4) Conservación in situ y ex situ.

5) Uso y aprovechamiento sostenible de los recursos de Biodiversidad.

**Arto.71** A efectos de resguardar la diversidad biológica, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, deberá:

- 1) Establecer sistemas de vedas.
- 2) Fijar cuotas de exportación, de especies de fauna, caza y captura.
- 3) Retener embarques de productos de la vida silvestre, tanto los originales en Nicaragua como en tránsito, en cualquier fase de su envío o traslado, cuando presuma que se trata de comercio ilegal o se infrinjan las disposiciones de esta Ley y sus Reglamentos quedando exento de cualquier tipo de responsabilidad.

## CAPITULO II DE LAS AGUAS SECCION I NORMAS COMUNES

**Arto.72** El agua, en cualquiera de sus estados, es de dominio público. El Estado se reserva además la propiedad de las playas marítimas, fluviales y lacustres; el álveo de las corrientes y el lecho de los depósitos naturales de agua; los terrenos salitrosos, el terreno firme comprendido hasta treinta metros después de la línea de marcas máximas o la del cauce permanente de río y lagos y los estratos o depósitos de las aguas subterráneas.

**Arto.73** Es obligación del Estado y de todas las personas naturales y jurídicas que ejerzan actividad en el territorio nacional y sus aguas jurisdiccionales, la protección y conservación de los ecosistemas acuáticos, garantizando su sostenibilidad.

**Arto.74** El uso, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas acuáticos, costeros y los recursos hidrobiológicos contenidos en ellos, deberá realizarse con base sostenible y de acuerdo a planes de manejo que garanticen la conservación de los mismos.

**Arto.75** En el uso del agua gozarán de prioridad las necesidades de consumo humano y los Servicios públicos.

Los Centros de Salud y Puestos de Salud, donde los hubiere y las Autoridades Municipales y Comunales, deberán incluir en sus programas relacionados con higiene ambiental, un Capítulo que establezca y desarrolle el tema de la Educación Sobre el Manejo, obtención, reserva y uso del agua de consumo humano. Su utilización no uspara ninguna forma de abuso del recurso.

**Arto.76** Toda persona tiene derecho a utilizar las aguas para satisfacer sus necesidades básicas, siempre que con ello no cause perjuicio a terceros ni implique derivaciones o contenciones, ni empleo de máquinas o realización de actividades que deterioren de alguna forma el cauce y sus márgenes, lo alteren, contaminen o imposibilite su aprovechamiento por terceros.

**Arto.77** Salvo las excepciones consignadas en la presente ley, el uso del agua requerirá de autorización previa, especialmente para los siguientes casos:

- 1) Establecer servicios de transportación, turismo, recreación o deporte en lagos, lagunas, ríos y demás depósitos o cursos de agua.
- 2) Explotación Comercial de la Fauna y otras formas de vida contenidas en los mismos.

3) Aprovechamiento de la biodiversidad, existente en los recursos acuáticos.

4) Ocupación de playas o riberas de ríos.

5) Verter aguas residuales o de sistemas de drenajes de aguas pluviales.

6) Inyectar aguas residuales provenientes de actividad geotérmica.

7) Cualquier otra ocupación que derive lucro para quienes la efectúen.

**Arto.78** Para autorizar el uso del agua, las instituciones con mandato deberán de tomar en cuenta las siguientes disposiciones:

1) Considerar la interrelación equilibrada con los demás recursos y el funcionamiento del ciclo hidrológico, con especial protección de los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y de las áreas de recarga de los acuíferos.

2) Promover el manejo integrado de las cuencas hidrográficas.

3) Proteger las especies del ecosistema del sistema acuático y costero terrestre, especialmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

4) Evitar el uso o gestión de cualquier elemento del sistema hídrico que pueda perjudicar las condiciones físicas, químicas o bacteriológicas del agua.

**Arto.79** La autoridad competente, en caso de estar en peligro el uso sostenible del recurso agua por causa de accidentes, desastre naturales, contaminación o abusos en el uso, podrá restringir, modificar o cancelar las concesiones, permisos o autorizaciones otorgadas.

**Arto.80** la duración de las concesiones y autorizaciones, sus requisitos y procedimientos para su tramitación, se sujetarán en lo que fueren aplicables a las normas establecidas en la Ley.

Para el otorgamiento de derechos sobre las aguas, deberán tomarse como criterios básicos el principio de publicidad y licitación pública, prefiriéndose aquellos que proyecten la mas racional utilización del agua y su entorno.

**Arto.81** Constituyen obligaciones de los beneficiarios de concesión o autorización de uso de aguas:

- 1) obtener aprobación previa de las obras para captar, controlar, conducir, almacenar o distribuir las aguas.
- 2) Contar con instrumentos que le permitan conocer y medir la cantidad de aguas derivadas o consumidas.
- 3) Aprovechar las aguas con eficiencia y economía, empleando sistemas óptimos de captación y utilización.
- 4) Reintegrar los sobrantes de aguas a sus cauces de orígenes o darles el uso previsto en la concesión o autorización.

5) Evitar desbordamientos en las vías públicas y otros predios, de las aguas contenidas o de las provenientes de lluvia.

6) realizar con carácter provisorio las obras de defensa en caso de crecientes extraordinarias u otros hechos semejantes de fuerza mayor.

7) Acondicionar los sistemas necesarios que permitan el paso de la fauna acuática, cuando construyan obras hidráulicas.

8) Facilitar a la autoridad competente sus labores de vigilancia e inspección y suministrarle la información que ésta requiera sobre el uso de las aguas.

9) Contribuir en los términos que se establezca en la concesión o autorización, a la conservación de las estructuras hidráulicas, cobertura vegetal adecuada, caminos de vigilancias y demás obras e instalaciones comunes.

10) Establecer a lo inmediato las medidas necesarias y construir las obras que impidan la contaminación física, química o biológica que signifiquen un peligro para el ecosistema y la salud humana.

**Arto.82** Las autorizaciones para el aprovechamiento de las aguas subterráneas podrán ser revisadas, modificadas o canceladas, cuando circunstancias hidrogeológicas sobre explotación o riesgo de estarlo así lo impusiesen. Asimismo podrá establecerse periodos de veda para la utilización del agua del subsuelo.

**Arto.83** La autoridad competente, atendiendo el uso que se le da el agua, disponibilidad de la misma y características especiales del manto freático, podrá establecer patrones de volúmenes anuales del extracción máxima, cuyos controles y aplicación será competencia de los Gobiernos Regionales Autónomos y las Municipalidades.

## SECCION II DE LAS AGUAS CONTINENTALES

**Arto.84** Las aguas continentales, así como las subterráneas integradas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario, subordinado al interés general, que forma parte del dominio público. Su propiedad uso y limitaciones deben ser normados.

**Arto.85** En ningún caso los particulares sin autorización expresa de autoridad competente, podrán modificar artificialmente la fase atmosférica del ciclo hidrológico.

**Arto.86** El cumplimiento de las normas, recomendaciones y demás medidas que el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales dicte, serán de obligatorio cumplimiento para los propietarios, tenedores o administradores del uso del agua.

**Arto.87** Las aguas térmicas, medicinales y con otras propiedades especiales serán aprovechadas por el Estado, a través de entidades propias o por medio de concesiones.

## SECCION III DE LAS AGUAS MARITIMAS Y COSTERAS

**Arto.88** Son de dominio exclusivo del Estado, las Aguas Maritimas hasta doscientas millas náuticas, contadas a partir de la línea de bajamar a lo largo de las costa en el Océano Pacifico y Mar Caribe, así como los espacios maritimos incluyendo la Plataforma Continental, hasta donde esta se extienda, y sobre las áreas adyacentes a esta ultima sobre lo que existe o pueda existir jurisdicción nacional, de conformidad con la legislación nicaragüense y las normas del derecho internacional.

**Arto.88** Es obligación del Estado la protección del ambiente marino constituido por las aguas del mar territorial y de la zona económica adyacente, el subsuelo marino, la plataforma continental, las playas y los recursos naturales que se encuentran en él y en el espacio aéreo correspondiente.

**Arto.90** Cualquier actividad en el mar que tenga por finalidad aprovechar los recursos naturales, del suelo, subsuelo o de cualquier otro hábitat marino, requerirá de concesión, licencia o permiso según el caso, de acuerdo a lo que se establezca en las leyes específicas.

**Arto.91** Se requerirá de un permiso especial del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales para el aprovechamiento sostenible de manglares y otras vegetaciones en las ensenadas, caletas y fajas costeras.

El uso de los arrecifes coralinos y zonas adyacentes, se autorizará únicamente con fines de observación e investigación y de subsistencia de las comunidades étnicas.



**Arto.92** Para llevar a cabo la extracción de materiales o cualquier tipo de obra en las playas y/o plataforma insular continental, se requiere de un permiso especial del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

**Arto.93** El manejo de los residuos de los bosques serán regulados según los requisitos establecidos en las leyes especiales, reglamentos y Convenios Internacionales.

**Arto.94** A efectos de evitar contaminación por derrame de hidrocarburos, se prohíbe el vertimiento en las aguas continentales, maritimas o costeras de:

- 1) Aguas de sentina, de lastre o de lavado de tanques.
- 2) Residuales producidos por la prospección o explotación de pozos petroleros.
- 3) Residuales industriales cuyo contenido en hidrocarburos y otras sustancias nocivas y peligrosas, ponga en peligro el medio acuático.

### **CAPITULO III DE LOS SUELOS SECCION I NORMAS COMUNES**

**Arto.95** Para el uso y manejo de los suelos y de los ecosistemas terrestres deberá tomarse en cuenta:

- 1) La compatibilidad con la vocación natural de los suelos, cuidando de mantener las características físicas/químicas y su capacidad productiva. Toda actividad humana deberá respetar el equilibrio de los ecosistemas.

- 2) Evitar prácticas que provoquen erosión, degradación o modificación de las características topográficas y geomorfológicas con efectos negativos.

**Arto.96** En terrenos con pendientes iguales o superiores a 35%, los propietarios, tenedores o usuarios, deberán mantener la cobertura vegetal del suelo e introducir cultivos y tecnologías aptas para prevenir o corregir la degradación del mismo.

**Arto.97** En aquellas áreas donde los suelos presenten niveles altos de degradación o amenaza de la misma, el Ministerio de Agricultura y Ganadería en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y con los Consejos Municipales y las Regiones Autónomas respectivas, podrán declarar áreas de conservación de suelos dentro de límites definidos, estableciendo normas de manejo que tiendan a detener su deterioro y aseguren su recuperación y protección.

### **SECCION II NORMAS PARA LA PROTECCION DE LOS SUELOS FORESTALES**

**Arto.98** Las tierras definidas como forestales o de vocación forestal deberán explotarse con base sostenible y no podrán ser sometidas a cambios de uso.

**Arto.99** El manejo de las tierras forestales se regirá por la siguiente clasificación:

- 1) Área de producción forestal: En la que el uso debe ser dedicado al desarrollo sostenible de los recursos forestales.

- 2) Area de conservación forestal: aquella que debe ser conservada permanentemente con cobertura forestal para protección y conservación de biodiversidad y/o aguas.

**Arto. 100** Para el uso y aprovechamiento de las áreas de producción forestal de productos maderables y no maderables, éstas deberán ser sometidas a manejo forestal con base sostenible, con la aplicación de métodos y tecnologías apropiadas que garanticen un rendimiento óptimo.

**Arto. 101** Para el uso, administración y manejo de las tierras forestales, se deben tomar en cuenta los siguientes principios:

1. La sostenibilidad del ecosistema forestal.
2. La interdependencia que existe entre el bosque y los suelos.
3. La función que desempeñan los bosques en el ciclo hidrológico.
4. La protección de los suelos, fuentes y corrientes de agua, de tal manera que mantengan su calidad y los caudales básicos.
5. La importancia del bosque como hábitat de la fauna y flora silvestre, protector de la biodiversidad.

6. Los beneficios económicos, sociales y culturales consistentes con el desarrollo sostenible.

#### CAPITULO IV DE LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

**Arto. 102** Son recursos no Renovables aquellos que no pueden ser objeto de reposición en su estado natural, como son los minerales, hidrocarburos y demás sustancias del suelo y subsuelo, cuya explotación tiene por finalidad la extracción y utilización de los mismos.

**Arto. 103** Los recursos naturales no renovables, por ser del dominio del Estado, este podrá ceder su exploración y explotación mediante régimen de concesiones en la forma y condiciones que se establezcan en las leyes específicas y sus reglamentos.

**Arto. 104** Para la exploración y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables, además de respetar las medidas restrictivas de protección de los recursos minerales o del subsuelo en general, la autoridad competente deberá obligatoriamente:

1. Asegurar el aprovechamiento racional de las materias primas y la explotación racional de los yacimientos.
2. Exigir el tratamiento seguro de materiales de desecho.

3. Promover el uso eficiente de energía.
4. Impedir la alteración, directa o indirecta, de los elementos de los ecosistemas, especialmente los depósitos de desmontes, relaces y escorias de las minas.
5. Asegurar la protección de las áreas protegidas y de los ecosistemas frágiles y la restauración de los ambientes que se vean degradados por las actividades de aprovechamiento de los recursos no renovables.

**Arto. 105**

Se prohíbe a los concesionarios de exploraciones y explotaciones mineras e hidrocarburos, el vertimiento en suelos, ríos, lagos, lagunas y cualquier otro curso o fuentes de agua, de desechos tóxicos o no tóxicos sin su debido tratamiento, que perjudique a la salud humana y al ambiente.

**Arto. 106**

No serán sujetos de exploración y explotación, los recursos naturales renovables y no renovables que se encuentren en áreas legalmente protegidas.

**Arto. 107**

Los yacimientos minerales y demás recursos geológicos se clasifican para los efectos de esta Ley en los siguientes grupos:

1. Los minerales cuyo principal contenido comercial o industrial sean elementos metálicos.

2. Los minerales cuyo principal contenido comercial o industrial sean elementos no metálicos.

3. Las sustancias minerales y rocas de empleo directo en obras de infraestructura y construcción que no requieran mas operaciones que las de arranque, fragmentación y clasificación.

**Arto. 108**

La extracción de los minerales metálicos y no metálicos, la extracción de piedra y arena, la extracción e industrialización de sal y cal, o, la fabricación de cemento, se sujetarán a las normas técnicas que establezca la Ley específica y su reglamento, a efecto de evitar el impacto negativo que dichas actividades puedan producir en el ambiente y la salud humana.

**TITULO IV  
DE LA CALIDAD AMBIENTAL  
CAPITULO I  
NORMAS COMUNES**

**Arto. 109**

Todos los habitantes tienen derecho a disfrutar de un ambiente sano, de los paisajes naturales y el deber de contribuir a su preservación. El Estado tiene el deber de garantizar la prevención de los factores ambientales adversos, que afecten la salud y la calidad de vida de la población, estableciendo las medidas o normas correspondientes.

## Arto. 110

Para la promoción y preservación de la calidad ambiental de los asentamientos humanos, será obligatorio asegurar una equilibrada relación con los elementos naturales que sirven de soporte y entorno, delimitado las áreas industriales, de servicios, residenciales, de transición urbano-rural, de espacios verdes y de contacto con la naturaleza, así como la prevención y adopción de criterios de buena calidad ambiental en las construcciones de edificios.

## Arto. 111

El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales en coordinación con las instituciones de Estado, Gobiernos Autónomos y alcaldías:

- 1) Orientará el monitoreo y el control de las fuentes fijas y móviles de contaminación, los contaminantes y la calidad de los ecosistemas.
- 2) Emitirá estándares y normas de calidad de los ecosistemas, los cuales servirán como pautas para la normación y la gestión ambiental.
- 3) Emitirá normas de tecnologías, procesos, tratamiento y estándares de emisión, vertidos, así como de desechos y ruidos.

- 4) Emitirá normas sobre la ubicación de actividades contaminantes o riesgosas y sobre las zonas de influencia de las mismas.

## Arto. 112

Serán objeto de normación y control por las autoridades competentes, todos los procesos, maquinaria y equipos, insumos, productos y desechos, cuya importación, exportación, uso o manejo pueda deteriorar el ambiente o los recursos naturales o afectar la salud humana.

## Arto. 113

Se prohíbe el vertimiento directo de sustancias o desechos contaminantes en suelos, ríos, lagos, laguna y cualquier otro cursos de agua.

El Ministerio de Salud en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, dictará las normas para la disposición, desecho o eliminación de las sustancias, materiales y productos o sus recipientes, que por su naturaleza tóxica pueda contaminar el suelo, el subsuelo, los acuíferos o las aguas superficiales.

## Arto. 114

Las Personas Naturales o Jurídicas responsables de una actividad que por acciones propias o fortuitas han provocado una degradación ambiental, tomarán de inmediato las medidas necesarias para controlar su efecto y notificará a los Ministerios del Ambiente y Recursos Naturales y de Salud.

**Arto. 115** Es obligación de toda persona natural o jurídica proporcionar a la autoridad ambiental las informaciones solicitadas y facilitar las inspecciones, de acuerdo a procedimientos establecidos, en las propiedades, instalaciones o locales donde se originen las actividades contaminantes.

**Arto. 116** En caso de incumplimiento de las resoluciones emitidas en materia ambiental, la autoridad competente limitará o suspenderá en forma temporal o permanente dicha actividad.

**Arto. 117** En los planes de desarrollo urbano se tomarán en consideración por parte de la autoridad competente, las condiciones topográficas, geomorfológicas, climatológicas y meteorológicas a fin de disminuir el riesgo de contaminación que pudiera producirse.

**Arto. 118** No podrán introducirse en el territorio nacional, aquellos sistemas, procedimientos, materiales y productos contaminantes cuyo uso está prohibido en el país de origen.

**Arto. 119** La importación de equipos, proceso o sistemas y materiales que utilicen energía atómica, cobalto u otro material radiactivo, será reglamentada por la autoridad competente.

**Arto. 120** Las actividades industriales, comerciales o de servicio consideradas riesgosas por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o para la salud humana, serán normadas y controladas por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y el Ministerio de Salud. La regulación incluirá normas sobre la ubicación, la construcción, el funcionamiento y los planes de rescate para disminuir el riesgo y el impacto de un posible accidente.

## **CAPITULO II DE LA CONTAMINACION DE LA ATMOSFERA, AGUA Y SUELO**

**Arto. 121** Las actividades que afecten a la salud por su olor, ruido o falta de higiene serán normados y regulados por el Ministerio de Salud.

**Arto. 122** El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, en coordinación con el Ministerio de Construcción y Transporte y la Policía Nacional, reglamentará el control de Emisiones de Gases Contaminantes provocados por vehículos automotores.

**Arto. 123** Se prohíbe fumar en lugares públicos cerrados, entre estos: cines, teatros, medios de transporte, restaurantes, oficinas públicas y hospitales. Asimismo, la quema de tóxicos en las vías públicas, entre estos, las llantas y otros tóxicos que dañen las vías respiratorias de las personas.

**Arto. 124** La fumigación área con agroquímicos, será regulada por la autoridad competente, estableciendo distancias y concentraciones de aplicación, considerando además la existencia de poblados, caseríos, centros turísticos y fuente de agua.

**Arto. 125** El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales como autoridad competente determinará, en consulta con los sectores involucrados, el destino de las aguas residuales, las características de los cuerpos receptores y el tratamiento previo, así como las concentraciones y cantidades permisibles.

**Arto. 126** Será prohibido ubicar en zonas de abastecimiento de agua potable, instalaciones cuyos residuales aún tratados provoquen contaminación de orden físico, químico, orgánico, térmico, radioactivo o de cualquier otra naturaleza o presenten riesgos potenciales de contaminación.

**Arto. 127** Las aguas servidas podrán ser utilizadas solamente después de haber sido sometidas a procesos de depuración y previa autorización del Ministerio de Salud.

**Arto. 128** Se prohíbe cualquier actividad que produzca en la tierra salinización, laterización, desertización o aridificación.

### **CAPITULO III DESECHOS SOLIDOS NO-PELIGROSOS**

**Arto. 129** Las alcaldías operarán sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos del municipio, observando las normas oficiales emitidas por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y el Ministerio de Salud, para la protección de ambiente y la salud.

**Arto. 130** El Estado fomentará y estimulará el reciclaje de desechos domésticos y comerciales para su industrialización, mediante los procedimientos técnicos y sanitarios que aprueben las autoridades competentes.

### **CAPITULO IV RESIDUOS PELIGROSOS**

**Arto. 131** Toda persona que maneje residuos peligrosos está obligada a tener conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de estas sustancias.

**Arto. 132** Se prohíbe importar residuos tóxicos de acuerdo a la clasificación de la autoridad competente, así como la utilización del territorio nacional como tránsito de los mismos.

Arto. 133 El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, podrá autorizar la exportación de residuos tóxicos cuando no existiese procedimiento adecuado en Nicaragua para la desactivación o eliminación de los mismos, para ello se requerirá de previo el consentimiento expreso del país receptor para eliminación en su territorio.

**TITULO V  
DE LAS COMPETENCIAS, ACCIONES  
Y SANCIONES EN MATERIA  
ADMINISTRATIVA Y JUDICIAL**

**CAPITULO I  
DE LAS COMPETENCIAS Y ACCIONES**

Arto. 134 Toda infracción a la presente Ley y sus reglamentos, será sancionada administrativamente por la autoridad competente, de conformidad al procedimiento aquí establecido, sin perjuicio de los dispuesto en el Código Penal y la leyes específicas, así como de otras acciones penales y civiles que puedan derivarse de las mismas.

Arto. 135 En caso de delitos, la Procuraduría del Ambiente y los Recursos Naturales, creada en el Arto. 9 de esta Ley, será parte en los procesos ante los Tribunales correspondiente, a fin de garantizar la aplicación de las leyes.

La Procuraduría del Ambiente y los Recursos Naturales, deberá ser instalada por el Poder Ejecutivo en un plazo de seis meses a partir de la entrada en vigencia de esta Ley, tomando en cuenta la propuesta que presente la Comisión Nacional del Ambiente.

Arto. 136 Las resoluciones administrativas para la aplicación de la presente ley y sus reglamentos, cuando afecten los intereses patrimoniales o personales, de las personas físicas o jurídicas, serán apelables de acuerdo al procedimiento administrativo.

Arto. 137 Para los efectos del proceso administrativo, señalado en el Arto. 134 de esta Ley, toda persona natural o jurídica podrá interponer denuncia ante la autoridad competente por infracciones a la presente ley, la cual deberá ser por escrito y contener al menos lo siguientes:

- 1) Generales de ley del o los denunciantes.
- 2) Nombre, razón social y ubicación de la persona natural o jurídica.
- 3) Relación de hechos.
- 4) Lugar para dar notificaciones.
- 5) Firmas.

Arto. 138

Admitida la denuncia, la autoridad competente notificará al denunciado en el término de veinticuatro horas hábiles, para su conocimiento.

Una vez hecha la notificación y en un plazo de tres días hábiles, la autoridad competente mandará a oír denunciado o a su representante legal, asimismo, podrá inspeccionar el lugar de los hechos levantando el Acta correspondiente.

Si la autoridad competente lo considera o si una de las partes lo solicita, se abre a prueba por ocho días, con todo cargo.

Cumplido el término probatorio, la autoridad competente en los siguientes tres días dictará Resolución motivada y debidamente fundamentada.

En los otros tipos de procedimiento Civil y Penal se regirán según dichas leyes.

Arto. 139

Contra las Resoluciones Administrativas que señala el artículo anterior, se establecen los Recursos de Reposición y Revisión, según el caso.

El Recurso de Reposición, se interpondrá por escrito en el término de tres días mas el de la distancia, ante el funcionario de quien emana la Resolución, quien lo admitirá y resolverá sin más trámites en el término de ocho días.

El Recurso de Revisión, se interpondrá por escrito en el término de Tres días, mas el de la distancia, ante el funcionario de quien emanó la Resolución, quien lo admitirá sin más trámite, dando noticia a las partes y remitiendo todo lo actuado en el término de veinticuatro horas ante el Superior respectivo, éste deberá resolver en un plazo de ocho días, agotándose la vía administrativa.

En los casos de los Recursos de Reposición y Revisión, cuando las autoridades competentes no resuelvan en los términos previstos, la falta de resolución se entenderá como un caso de silencio que produce efectos positivos.

Arto. 140

El ejercicio de la acción ambiental se regirá por las leyes de procedimiento respectivas y los actores serán tenidos como parte legítima con todos los derechos y garantías procesales que les corresponden.

## CAPITULO II DE LA RESPONSABILIDAD CIVIL

Arto. 141

Toda persona que por acción u omisión deteriore el ambiente, está obligada a reparar los daños y perjuicios que ocasionen a los recursos ambientales, al equilibrio del ecosistema, a la salud y calidad de vida de la población.



**Arto. 142** El funcionario que por acción u omisión autorice la realización de acciones, actividades o instalaciones, que causen daños y perjuicios a los recursos ambientales, al equilibrio del ecosistema, a la salud y calidad de vida de la población será solidariamente responsable con quien las haya ejecutado.

**Arto. 143** Cuando en la comisión del hecho participen dos o mas personas, estas serán responsables solidariamente de la totalidad de los daños y perjuicios económicos causados. En el caso de Personas Jurídicas, la responsabilidad prevista en este artículo se hará la investigación para determinar las personas que participaron en estos daños.

En el caso de Personas Jurídicas creadas ad hoc y que causen estos daños, la autoridad competente investigará los niveles de responsabilidad de terceros en esta simulación de contrato.

**Arto. 144** La exigencia de responsabilidad por daños y perjuicios causados, solo tendrá lugar cuando se establezca que estos se produjeron no obstante haberse adoptado todas las medidas destinadas a evitarlo.

**Arto. 145** La reparación del daño consiste en el restablecimiento de la situación anterior al hecho, en los casos que sea posible, en la compensación económica del daño y los perjuicios ocasionados al ambiente, a las comunidades o a los particulares.

**Arto. 146** Para asegurar los resultados del proceso, la parte actora podrá solicitar, en cualquier estado de la causa las medidas cautelares que se consideren procedentes. El juez podrá de oficio disponer todas las medidas legales que estime necesarias para dentro del proceso garantizar la tutela efectiva del interés general en la producción del ambiente.

**Arto. 147** En caso de urgencia, se puede solicitar en cualquier estado de la causa y el Juez deberá disponerlas, las medidas que sean estrictamente necesarias para detener o evitar un daño irreversible al medio ambiente que esté produciendo o sea inminente, a la calidad de vida de la población y a la salud humana.

### CAPITULO III DE LAS SANCIONES APLICABLES

**Arto. 148** Se Establecen como sanciones administrativas las siguientes: retención o intervención, clausura, cancelación, suspensión y multas.

**Arto. 149** Las infracciones a la presente ley y sus reglamentos serán sancionadas administrativamente en forma gradual con las sanciones siguientes:

- 1) Advertencia por notificación de autoridad competente, valorada bajo un criterio de evaluación de la magnitud del impacto ambiental, estableciendo las medidas y el tiempo para la corrección de los factores que deterioren el ambiente.

- 2) Multa cuya cuantía será establecida teniendo en cuenta la gravedad de las consecuencias y la reincidencia, en un rango de Un Mil a CINCUENTA MIL CORDOBAS dependiendo de la capacidad económica y el daño causado.
- 3) Suspensión temporal o cancelación de los permisos, autorizaciones, licencias, concesiones y/o cualquier otro derecho para la realización de la actividad.
- 4) Suspensión parcial, total, temporal o definitiva de actividades o clausura de instalaciones.

Arto. 150

Cuando la gravedad de la infracción lo amerite, la autoridad competente suspenderá, revocará o cancelará la concesión, permiso, licencia y en general de toda autorización otorgada para la realización de actividades comerciales, industriales o de servicios o para el aprovechamiento de recursos naturales que haya dado lugar a la infracción.

Arto. 151

Toda multa o sanción deberá hacerse efectiva en los plazos que se establezcan para cada caso. De los ingresos provenientes de las multas el veinticinco por ciento ingresarán a las Alcaldías de los Municipios donde ocurrió el daño y el Setenticinco por ciento restante al Fondo Nacional del Ambiente, con destino a programas para la conservación del ambiente y la calidad de vida de los habitantes del país.

## TITULO VI DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y FINALES

### CAPITULO UNICO

Arto. 152

El Poder Ejecutivo en un plazo de Noventa días a partir de la entrada en vigencia de la presente ley, convocará e instalará la Comisión Nacional del Ambiente, la cual funcionará de acuerdo al Reglamento Interno que ella misma elaborará.

Arto. 153

La Comisión Nacional del Ambiente en coordinación con las Instituciones del Estado respectiva, en un plazo de un año, a partir de su instalación, procederán a revisar las leyes, decretos, reglamentos y normas, proponiendo, según sea el caso, su reformulación, reemplazo, complementación o reglamentación, incorporando los principios establecidos en la presente ley.

Arto. 154 El Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, en un plazo de un año, actualizará y precisará los límites y categorías del Sistema Nacional de Areas Protegidas y propondrá los ajustes correspondientes en concordancia con la presente ley.

Por su importancia estratégica y para efectos de la conservación de la Biodiversidad en Nicaragua, se incorporan al Sistema Nacional de Areas Protegidas, el Refugio de Vida Silvestre LA FLOR, en el Municipio de San Juan del Sur; la Reserva Natural de MIRAFLORES en el Municipio de Estelí y la Reserva de Recursos Genéticos en APAQUINCA en el Municipio de Somotillo.

El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales establecerá los límites y categorías de manejo de cada una de estas reservas.

Arto. 155 Todas las normas y leyes vigentes sobre la materia que no se le opongan serán de aplicación supletoria.

Arto. 156 La presente Ley entrará en vigencia desde la fecha de su publicación en cualquier medio de comunicación, sin perjuicio de su posterior publicación en la Gaceta, Diario Oficial.

Dado en la ciudad de Managua, en la Sala de Sesiones de la Asamblea Nacional a los veintisiete días del mes de Marzo de mil novecientos noventa y seis.

# **BIBLIOGRAFIA**

- AID. 1966. Los recursos físicos de Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- AGUIRRE, J. 1993. Producir conservando y conservar produciendo. Revista Forestal Centroamericana. No.5, año 2. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- ALBRECH, H.; et al. 1989. Agricultural Extension. Volumen 1; Basic concepts and methods. Rural Development Series. GTZ. Eschborn, Germany. 276 p.
- ALTIERI, M. 1991. La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina. Agroecología y desarrollo. Clades No. 1. Pág 25-36.
- , 1987. El "Estado del Arte" de la Agroecología y su contribución al Desarrollo Rural en América Latina. Universidad de California. Berkley, California.
- ALTIERI, M.; ANDERSON, M. 1985. An ecological basis for the development of alternative agricultural systems for small farmers in the Third World. University of California. California, Estados Unidos.
- ANAYA, M.; et al. 1977. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- ANDREWS, K.; RUTILIO, K. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura. Estado actual y futuro. Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". Honduras.
- ARS (Agricultural Research Service). 1975. Control of water Pollution from Cropland. Volumen 1. A manual for guideline development, Report ARS-H-5-1, United States Department of Agriculture. Washington, D. C.
- ARNOLD, J. G.; SAMMONS, N. B. 1989. Decision suport system for selecting inputs to a basin scale model. Water Resources Bulletin Vol. 24, No. 4.
- ARTIUSHIN, A.; DIERZHAVIN, L. 1971. Pequeño Manual sobre Fertilizantes. La Habana. Cuba.
- AUSTIN, T. A. 1986. Utilization of models in water resources. Water Resources Bulletin Vol 22, No. 1.

- AUSTRALIAN GOVERNMENT/NNEP. 1987. Dryland dilemma: a solution to the problem. Executive report of the dryland project. A.G.P.S.
- AYRES, Q. C. 1960. La conservación del suelo y su control. Ediciones Omega. S. A. Barcelona. España.
- BAGNOLD, R. A. 1941. The Physics of Blow Sand an Desert Dunes. Methuen. Londres.
- BANCO MUNDIAL. 1990. La barrera contra la erosión. Washington, Estados Unidos.
- BARRINGER. T. D.; et al. 1987. Two-dimensional display of geographically-referenced three-dimensional hidrologic vector fields. International Geographic Information Systems (IGIS) symposium: Proceedings Vol. III: 131-136. NASA.
- BARROW, C. J. 1991. Land Degradation. Cambridge University Press. Cambridge.
- BEASLEY, D. B. 1977. Answer: A mathematical model for simulating the effects of land use and management on water quality. Ph. D Thesis, Purdue University, West Lafayette, IN. pp 266.
- BENNETT, H. 1974. Elementos de Conservación de suelos. Fondo de Cultura Económica. México.
- , 1939. Soil conservation. McGraw Hill, New York and London.
- BERGERON, G.; SANDOVAL, J. 1991. Pagar para conservar. Un estudio del uso del pago social en conservación de suelos en Guatemala. Guatemala.
- BERRIOS, F. 1992. Oferta de capacitación para el sector rural. Managua, Nicaragua.
- BERRY, J. K.; BERRY, J. K. 1988. Assessing spatial impacts of landuse plans. J. Environmental Management 27: 1 - 9.
- BERTRAND, A. R.; PARR, J. F. 1961. Design and Operation of the Purdue Sprinkling Infiltrimeter. Research Bulletin 723, Agriculture Experiment Station, Purdue University.
- BINGNER, R. L. 1989. Using graphic interfaces to present the results of erosion models. Proceedings of the ASAE/CSAE Summer Meeting, Quebec, Canada, ASAE, St. Joseph, MI.

- BUDOWSKI, G.; RUSSO, R.O. 1993. Live fence posts in Costa Rica: A compilation of the farmer beliefs and technologies. *Journal of Sustainable Agriculture*, 3:65-87.
- BUNCH, R. 1993. El uso de abonos verdes por agricultores campesinos: lo que hemos aprendido hasta la fecha. Managua, Nicaragua.
- BRAIDWOOD, R. J. 1967. Prehistoric Men. Scott, Foresman and Co. Glenview, Illinois. Estados Unidos.
- BROWING, G. M.; et al. 1947. A method of determining the use and limitations of rotation and conservation practices in the control of soil erosion in Iowa. *Journal Am. Soc. Agron.*, No. 39.
- BRUNDTLAND, G. H. 1987. Our common future. Oxford Univ. Press, Oxford.
- CALDERON, F.; et al. 1991. Adopción y difusión de labranza de conservación en el área de Metalio-Guaymango, El Salvador. In *Agricultura Sostenible en las laderas centroamericanas: Oportunidades de colaboración interinstitucional*. CIAT/IICA/CATIE. San José, Costa Rica.
- CAMPBELL, B. L.; et al. 1988. A method for determining sediment budgets using caesium-137. *International Association of Hydrological Sciences* 174, 171-179.
- CARITAS DE NICARAGUA Y CATHOLIC RELIEF SERVICES. 1995. Conservación de suelos y agua. Con voluntad, trabajo y sudor. Managua, Nicaragua.
- CASTAÑEDA, O.; et al. 1993. La Agricultura Orgánica en el contexto Guatemalteco. HELVETAS. Esquipulas. Guatemala.
- CASTILLO, S.; et al. 1993. Importancia de la Agricultura Sostenible en Nicaragua. Escuela de Administración de Empresas. UCA. Seminario Monográfico. Managua, Nicaragua.
- CATASTRO. -----. Reconocimiento de la Cuenca de Río Escondido. -----. -----. Suelos Análogos.

- CENTRO CIENTIFICO TROPICAL. 1991. Un plan y propuesta para la sistematización de una metodología para la determinación de la Capacidad de Uso de la Tierra en Centroamérica. San José, Costa Rica.
- CHEPIL, W. S.; WOODRUFF, N. P. 1963. The physics of wind erosion and its control. Adv. in Agron., No.15.
- CHEPIL, W. S. 1946. Dynamics of Wind Erosion: IV. The translocating and abrasive action of the wind. Soil Science 61.
- , 1945. Dinamisc of Wind Erosion: I. Nature of Movement of Soil by wind. Soil Science 60.
- CHEVEZ, O.; FOLETTI, C. 1994. Prácticas agroforestales con conservación de suelo en zonas de ladera--componente agricultura sostenible en ladera. Programa Chinorte. Presentación en Simposio Agrosilvopastoril. CATIE. Managua, Nicaragua.
- CITEC. 1993. Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) de la Microcuenca "C" de la Cuenca Sur del Lago de Managua. Memorias. Managua, Nicaragua.
- CIPRES. 1991. Agricultura Migratoria y Desarrollo Sostenible en la producción campesina de Río San Juan. Diagnóstico de Base, Managua. Nicaragua. 84 p.
- CLADES (Consortio Latino Americano sobre Agroecología y Desarrollo). 1993. Agroecología: Ciencia y Aplicación. Berkeley, California.
- COLEGIO DE POST-GRADUADOS DE CHAPINGO. Dirección General de Conservación del Suelo y Agua. 1982. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Segunda Edición. Chapingo, México.
- COMISION MUNDIAL SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO. 1990. El Desarrollo Sostenible. Una guía sobre Nuestro Futuro Común. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. 117 p.
- CONWAY, G. R. 1984. Rural resource conflicts in the ULK. and third world: Issues for research policy. Imperial Collage/SUPRU Papers in Sciencie. Tecnology and Public Policy London.



- CORNISH, V. 1897. On the formation of sand dunes. Geog. Journal No. 9.
- CUBERO, D. 1994. Manual de Manejo y Conservación de Suelos y Agua. San José, Costa Rica.
- CURRENT, D.; LUTZ, E. 1992. A preliminary economic and institutional evaluation of selected agroforestry projects in Central America. Washington, D. C., Banco Mundial, Environment Department Divisional Working Paper No. 1992-38.
- CROVETTO, L. 1981. Consideraciones sobre la Cero Labranza. Agricultura de las Américas. Año 30. No. 2. Kansas, Estados Unidos.
- DALZELL, H.; et al. 1987. Soil management: compost production and use of tropical and subtropical environments. Soil Bulletin 56, FAO. Italia, Roma.
- DAVID, L. S.; DELAIN, L. I. 1986. Linking wildlife habitat analysis to forest planning with ECOSYM. In J. Verner, M. L. Morrison, and C. J. Ralph, eds. Wildlife 2000: Modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates. University of Wisconsin Press, Madison, WI. pp. 361-369.
- DE CAMINO, R.; MULLER, S. 1993. Agricultura, recursos naturales y desarrollo sostenible. Apuntes para el marco conceptual: La definición de sostenibilidad, las variables principales y bases para establecer indicadores. Proyecto IICA/GTZ. San José, Costa Rica.
- DE JONG, E. I.; et al. 1986. Preliminary Investigations on the use of Cs-137 to estimate in Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science 82, 83, 673.
- DECOURSEY, D. G. 1988. A critical assesment of hydrologic modeling. In Proceeding of International Symposium on Modeling in Agriculture, Forest, and Rangeland Hydrology, Chicago. ASAE, St. Joseph, MI.
- DENDAL, R. 1982. Land degradation in a word. Perspective. Journal of soil and water conservation.
- DINGELS, S. P. 1986. Application and modification of the agricultural nonpoint source pollution model for the Big Stone Lake Restoration project. Report for the Upper Minnesota River Watershed District. 10p.

- DITTBORN, A. 1985. Actitud de los agricultores hacia la reforestación en áreas seleccionadas de Honduras, El Salvador y Guatemala. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- DONAHUE, R.; et al. 1983. An introduction to soil and plant growth. 5th Ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey, Estados Unidos.
- DREGNE, H. E. 1985. Desertification of arid lands. Advances in desert and arid land technology and development. Harwood Academy Publishers. Estados Unidos, New York.
- DSE/INTA/GTZ. 1994. Manual del Seminario Internacional DRP. Neuquen, Argentina.
- ECHAVERRY, S.; et al. 1986. Conservación de Suelos y Aguas. MIDINRA/DRIFA/ISCA. Managua, Nicaragua.
- ECOT-PAF/IRENA. 1991. Estrategia de Conservación y Desarrollo Sostenible de Nicaragua, (ECODESNIC). Resumen Ejecutivo.
- ELLISON, W. D. 1974. Soil erosion studies. Agric. Engng. No. 28.
- EPPINK, L. A. 1981. Capita selecta over erosie, erosiebestryding en bodebescherming. Deel I. Landbouw.
- ERI (World Resource Institute). International Institute for Environment and Development. 1987. World resource 1987. Nueva York, Base Books. table 18.3, p.272.
- ESMAN, M. J.; et al. 1980. Paraprofessionals in rural development. Ithaca, Nueva York, Cornell University, Rural Development Committee Special. Series on Paraprofessionals No. 1. 149 p.
- ESPINOZA, E. 1994. Desarrollo sostenible, medio ambiente y agricultura ecológica. Managua, Nicaragua.
- FACS/CEPAD (Fundación Augusto C. Sandino y Consejo de Iglesias Evangélicas Pro-Alianza Deonominical). 1993. Estudio sobre experiencia de los ONG's en proyectos de medio ambiente y desarrollo. Managua, Nicaragua.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1994. Erosión de Suelos en América Latina. Santiago, Chile.
- , 1991. The Bosch Declaration and agenda for action on sustainable agriculture and rural development. Report of the FAO/Netherlands Conference on Agriculture and the Environment, Den Bosch, The Netherlands. 15-19 april 1991, 17 p.
- , 1990. Anuario FAO de producción 1989. Vol. 43. Roma, Italia.
- , 1989. Sustainable agricultural production: implications for international agricultural research. Prepared by the Technical Advisory Committee to the CGIAR. FAO Research and Technology paper No. 4. Rome, Italy. 131 p.
- , 1987. La FAO y el Medio Ambiente. Roma, Italia.
- , 1986. Desarrollo de Cuencas Hidrográficas y conservación de suelo. Boletín de Suelos No.44. Roma, Italia.
- , 1985. Watershed management field manual. Conservation Guide No. 13. Rome, Italy.
- , 1984. Proteger y Producir. Conservación del Suelo para el desarrollo. Roma, Italia.
- , 1983. Mantengamos viva la tierra: Causas y remedios de la erosión del suelo. Boletín de Suelos No.50. Roma, Italia.
- , 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. FAO/PNUMA.
- , 1980. Los recursos naturales y el medio humano para la agricultura y la alimentación. Roma, Italia.
- , 1974. La Agricultura Migratoria y la Conservación de Suelos en Africa. Boletín de Suelos No. 24. Roma, Italia.
- , 1968. Soil erosion by water; some measurements for it's control on cultivated lands. Agricultural Development paper B1.
- , 1967. La erosión del suelo por agua. Algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo. Roma, Italia.
- , 1961. La Erosión Eólica y medidas para combatirla en los suelos agrícolas. Cuaderno de Fomento Agropecuario No.71. Roma, Italia.

- FRANK, A. G. 1971. Capitalismo y Sub-desarrollo en América Latina. Siglo XXI. México.
- FOSTER, B. A. 1967. Métodos aprobados en Conservación de Suelos. Edit. Trillas. México.
- GAMEZ, W. 1989. Evaluación de Indices de Erodabilidad a través de pérdida de suelos mediante un Mini-Simulador de lluvia. Trabajo de Diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua.
- GARCIA, E.; DEVEREAUX P. 1993. Estudio sobre experiencias de los ONG'S en proyectos de medio ambiente y desarrollo. In memoria del III Congreso sobre G.T.T. UNA-FINNIDA. Managua, Nicaragua.
- GEILFUS, F. 1985. Elementos para el diseño y la implementación de sistemas integrados de conservación, adaptado a los pequeños agricultores en zonas húmedas y sub-húmedas. Convenio IICA/Corporación Dominicana de Electricidad.
- GILLILAND, M. W.; BAXTER-POTTER, W. 1987. A geographic information system to predict non-point source pollution potential. Water Resource Bulletin 23: 281-291.
- GLEASON, C. H. 1957. Reconnaissance Methods of Measuring Erosion. Journal of Soil Water Conservation 12, 3. 105 - 107.
- GONZALVEZ, V. 1995. Curso intensivo sobre agricultura ecológica. SIMAS. Managua, Nicaragua.
- GUTIERREZ, P. F. 1994. Evaluación de pérdidas de suelos con el método de parcelas de escurrimiento. MARENA-UNA-IPV. II Seminario Nacional de Conservación de Suelos. Managua, Nicaragua.
- HAYWARD, J. A. 1969. The Use of Fractional Acre Plots to Predict Soil Loss from Mountain Catchments. Lincoln Paper in Water Resources. 7, New Zeland Agricultural Engineering Institute, Lincoln Collage.
- HEATWOLE, C. D. 1990. Knowledge-based interface for improved use of models as management tools. Presented in ASAE 1990 International winter meeting, Paper No. 90-2642, ASAE. St. Joseph. MI.

- HECHT, S. B. 1991. La evolución del pensamiento agroecológico. Agroecología y desarrollo. Clades No. 1. Pág. 5-12.
- HEER, C.; CELADA, E. 1991. Validación de tecnología en la región suroriental de Guatemala: Un enfoque de sistema con participación interinstitucional. In Agricultura sostenible en las laderas centroamericanas: Oportunidades de colaboración interinstitucional. CIAT/IICA/CATIE. San José. Costa Rica.
- HEMPEL, C. G. 1965. Aspects of Scientific Explanation. Free Press. Nueva York.
- HIDALGO, P. 1983. Estudio de conflictos en la aplicación del recurso suelo. Curso sobre planificación de los recursos naturales renovables. CIDIAT. Arequipa. Venezuela.
- HUDSON, N. W. 1982. Conservación del Suelo. Edit. Reverté, Barcelona, España.
- , 1971. Soil conservation. Cornell University Press., 320 pp.
- , 1961. An introduction to the mechanics of soil erosion under conditions of subtropical rainfall. Rhodesia Science Association Preceedings, 49. Nueva York. N.Y.
- ICRAF (International Council Resarch in Agroforestry). 1982. Resources for agroforestry diagnosis and desing. Working Paper No. 7. Nairobi, 383 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 1995. Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales. El problema y sus dimensiones. San José, Costa Rica.
- , 1993. Lindarte, E. y Benito, C. Sostenibilidad y Agricultura de Laderas en América Central. Cambio Tecnológico y Cambio Institucional. Serie documento de programas No. 33. San José. Costa Rica.
- , 1990. Producción, consumo, generación y transferencia de tecnología para los granos. San José, Costa Rica.
- INTERCOOPERACION PELA'. 1994. Curso de Planificación y Evaluación de Proyectos de Cooperación en Latinoamérica. Cochobamba, Colombia.

- INFORME NACIONAL DE NICARAGUA. 1992. Informe presentado por el Gobierno de la República de Nicaragua a la UNCED.
- IRENA (Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente). 1993. Cultivos en Callejones. Servicio Forestal Nacional. Managua. Nicaragua.
- , 1993. Cortinas Rompevientos. Servicio Forestal Nacional. Managua. Nicaragua.
- , 1993. Cercos Vivos. Servicio Forestal Nacional. Managua. Nicaragua.
- , 1993. Sistemas Agroforestales. Servicio Forestal Nacional. Managua. Nicaragua.
- , 1991. Agroforestería. Departamento de Educación Ambiental. Managua. Nicaragua.
- JACKSON, D. C. 1964. Sludge Sampling Techniques for Soil Erosion Research. Research Bulletin 12. Department of Conservation and Extension, Salisbury, Zimbabwe.
- JOHN, D. 1981. Conservación en la Agricultura. Moline, Illinois.
- JOLIN, D.; E. TORQUEBIAU. 1992. Large cuttings. A jump start for tree planting. Agroforestry Today 4(4):15-16.
- JORDAN, G.; VIETINGHOFF, L. 1987. Fightin spruce budworm with a GIS. In AutoCarto 8: Proceeding International Symp. Computer Assist. Cartog. Am. Soc. Photogram. Am. Cong. Surv. Mapp, Falls, Church, Virginia. pp 492-599.
- KADAR, L. 1934. A study of the sand sea in the Libyan Desert. Geog. Journal No. 83.
- KAIMOWIT, D. 1993. La experiencia de Centroamérica y República Dominicana con proyectos de inversión que buscan sostenibilidad en laderas. IICA. San José. Costa Rica.
- KASSAS, M. A. F. Ecology and management of desertification In Earth 88: changing geographic perspectives. Proceeding of the centennial symposium. National Geographic Society. Washington, D.C.
- KEK/CDC CONSULTANTS.-----, Hoja Práctica EDPO.

- KING, W. J. H. 1916. The nature and formation of sand ripples and dunes. Geog. Journal No. 47.
- KIRKBY, M. J.; MORGAN R. 1984. Erosión de Suelos. Editorial Limusa. México. D. F.
- KISS, J. J.; et al. 1986. An assesment of soil erosion in west-central Saskatchewan using cesium-137. Canadium Journal of Soil Science 66. 591-600.
- KLINGEBIEL Y MONTGOMERY. 1962. Clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras. AID. Mexico.
- KOHNKE Y BERTRAND, 1959. Soil Conservation. Mc Graw-Hill, New York. Mavis, F.T. y colaboradores (1935). "The Transportation of Detritus by Flowing Water". State University, Iowa.
- KRAMPHORST, A. 1987. A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility. Netherlands Journal of Agricultural Science No. 35.
- LAL, R. 1990. Soil Erosion in the Tropics, Principles & Management. McGraw-Hill. Inc. New York.
- , 1988. Soil Erosion Research Methods. Soil and Water Conservation Society. United State of America.
- LAMPKIN, N. 1992. Organic Farming. Farming Press Book. Ipswich (U.K). 701 pp.
- LANE, L. J.; et al. 1988. The US National Proyect to develop improved erosion prediction technology to replace the USLE. Proc. Proto Alegre Symp. IAHS. Publi. 174.
- LAWSON Y PARSON. 1943. "The Relation of Raindrop-size to Intesity" American Geophys, Union Hydrology Union. Apts. Pt.2
- LAWSON, J. O. 1941. "Measurements of the Fall-Velocity of Water-Drops and Raindrops". Trans. Am. Geophys. Union 22.
- , 1940. Recent Studies in Raindrops and Erosion Agricultural Enginnering No. 21.
- LLOYD, C. H.; ELEY, G. W. 1952. Graphical solution of probable soil loss formula for the northeastern region. Journal Soil and Water Conservation. No.

- LOPEZ. M. 1992. Estudio de caso: de la conservación de suelos a la agricultura sostenible: Santa Lucía-Boaco. Programa Campesino a Campesino. Boaco. Nicaragua.
- LOUGHRAN, R. J. 1990. The measurement of soil erosion. Progress in Physical Geography, B-216-233.
- MAA (Ministerio de Agricultura y Alimentación). 1978. Manejo de Cuencas Hidrográficas. Lima. Perú.
- MACDONALD. D.; RODRIGUEZ. M. 1995. Guía de Capacitación sobre Medio Ambiente y Agricultura. INTA-FINNIDA. Managua, Nicaragua.
- MADAULA, F. (Coord.). 1992. Estudi sobre l' Agricultura Ecológica a Catalunya. Jornada de presentació. D. G. Promocio i Desenvolupament. DARP. Barçelona, España. 20 pp.
- MAG/FAO/PNUD. 1976. Guía de Control Integrado de Plagas de Maíz, Sorgo y Frijol. MAG. Managua, Nicaragua.
- MAGISTER. M. 1973. Apuntes de Conservación de Suelos. ETSIA. UPM. Madrid, España.
- MAITRE, A. 1995. Entrevistas con Agricultores. Borrador. Managua, Nicaragua.
- MALAGON, D. 1983. Conservación de Suelos CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- , 1978. Fundamentos de Suelos útiles en la Conservación de los mismos. Mérida, Venezuela.
- MANTILLA, T. 1992. Diagnóstico Rural Rápido (DRR). Managua, Nicaragua.
- MARINI, M. R. 1977. Dialéctica de la dependencia o Serie Popular ERA. México.
- MCRACKEN. J.; et al. 1988. An introduction to Rapid Rural Appraisal for Agricultural Development. IIED. London.
- MENDOZA. B. 1994. Evaluación de prácticas agropecuarias de conservación de suelos sobre la erosión y la producción de granos básicos. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.



- MERRIL, S. D. 1986. The tecnology application Gap: Overcomings constraints in small farm development. FAO Research and Tecnology Paper 1. Italia. Roma.
- MEYER, L. D.; MCCUNE, D. L. 1958. Rainfall Simulator for Run-off Plots. Agricultural Engineering No. 39.
- MEYRAT, A. 1990. Explicación sobre el Concepto de Desarrollo Sostenible. Proyecto de Desarrollo Sostenible "Pikin Guerrero" IRENA-UICN. Managua, Nicaragua.
- MICHAELSEN, T. 1980. Manual de Conservación de Suelos para tierras de ladera. Tegucigalpa. Honduras.
- MIDINRA/DGTA. 1982. Conferencia sobre Manejo y Conservación de Suelos y Aguas en Nicaragua. Su situación actual y propuesta de solución. Exposición para la 17a. conferencia regional de la FAO para América Latina. Managua Nicaragua.
- MIHARA, Y. 1952. Effect of Raindrops and Grass on Soil Erosión. En Proc. 6th International Grassland Congress.
- MIRANDA, B.; ULLOA, S. 1994. Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Rural. Managua, Nicaragua.
- MIRANDA, B.; CAJINA, A. 1993. Metodología de Validación de Técnicas de Producción Agropecuaria. AGROCONSULT. Managua, Nicaragua.
- MIRANDA, L. 1992. Conservación de Suelos Agrícolas y Productividad. Curso-Taller. Cochobamba, Colombia.
- MORGAN, R. 1986. Estrategias de Conservación de Suelos para tierras cultivadas. México.
- , 1980. Implication in Soil Erosion. Ed. Kirkby y Morgan. John Wiley. pp 253-256
- MORIN, J.; et al. 1976. A Rainfall Simulator with a rotating disc. Transaction of the American Society of Agricultural Engineering No. 10.
- MURILLO, G. U. 1990. La erodabilidad de cuatro series de suelo determinada por el Mini-Simulador de lluvia y el nomograma de Wischmeier. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.

- MUSGRAVE, G. W. 1947. The quantitative evaluation of factors in water erosion a first approximation. *Journal Soil and Water Conservation*. No. 2.
- NAS (National Academy of Sciences). 1978. Manejo y Control de Plagas de Insectos. Editorial Limusa. México.
- NRC (National Research Council). 1991. Toward sustainability. Soil and water priorities for developing countries. National Academy Press. Washington, D.C., 65 p.
- OBANDO, M.; MONTALVAN, D. 1992. Análisis técnico y económico de proyectos de conservación de suelos de Santa Lucía, Cuenca Sur del Lago Xolotlán y los Maribios. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua.
- OLDEMAN, L. R. 1988. Guidelines for general Assessment of the status of human induced soil degradation. International soil reference and information center. Wageningen.
- OLSIN, A. U.; et al. 1988. Streams: A basin and soil erosion model using CADD, remote sensing, and GIS to facilitate watershed management. In *Proceeding of International Symposium on Modelin in Agriculture, Forest, and Rangeland Hydrology*, Chicago. ASAE, St. Joseph, MI. pp 470-477.
- OLSSON-SEFFER, P. 1908. Relation of wind to topography of coastal driff sands. *Journal Geol.* No. 16.
- ONSTAND, C. A.; FOSTER, G. R. 1975. Erosion modelling on a watershed. *Trans. Amer. Soc. Agric. Eng.* No. 18.
- OTAROLA, A.; TORRES, M.J. 1994. Las cercas vivas de madero negro (*Gliricidia sepium*): una técnica agroforestal promisoría para el Pacífico Seco de Nicaragua. Serie Técnica, Manual Técnico No. 8. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- PACHECO, M. A. 1987. Pérdidas de suelo en cultivos agrícolas colocados en microparcels de erosión. Proyecto control de Erosión de Occidente. IRENA, región II. Informe Técnico. León, Nicaragua.
- PAEZ, M.; et al. 1983. Manual de Conservación de Suelos. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela.

- PASOLAC (Programa de Apoyo para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 1994. Inventario de las Técnicas de Conservación de Suelos y Agua. Managua, Nicaragua.
- PAT (Programa de Asistencia Técnica). 1983. Dirección General de Reforma Agraria. MIDINRA. Managua, Nicaragua.
- PEDROZA, H. 1995. Ciencia, Tecnología y Desarrollo Sostenible en Nicaragua. Facultad de Agronomía. UNA. Managua, Nicaragua.
- PILARTE, F.; PAVON, H. 1994. Caracterización de patrones de crecimiento agrícola y su relación con la degradación de la tierra en agricultura de laderas. Estudios de caso en Masaya Sur. Trabajo de Diploma. UNA. Managua, Nicaragua.
- POCH, R. M. 1993. Techniques de Conservació de Sób. Col. Eines Udl.
- PORTA, J.; et al. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- POSNER; et al. 1984. Land systems of hill and highland tropical América. Revista Geográfica No. 98
- PRIETO, B. J. 1953. Terrazas de Banco. Agricultura Tropical. Colombia.
- PROCAFOR/MARENA/FINNIDA. 1994. Herramientas para el Desarrollo de las Fases Metodológicas. Tomo II. León, Nicaragua.
- PROGRAMA CHINORTE. Sector forestal. 1983. Seminario sobre recursos naturales. León, Nicaragua.
- RADULOVICH, R.; KARREMANS J. 1993. Validación de Tecnologías en Sistemas Agrícolas. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- RADULOVICH, R. 1994. Tecnologías Productivas para Sistemas Agrosilvopecuarios, de ladera con sequía estacional. Informe Técnico No. 222. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- RAPP, A. 1974. La degradación de suelos por erosión hídrica y sedimentación en Evaluación Mundial de la Degradación de los suelos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. FAO. Roma, Italia. pág. 10-11.

- RAYO, O. 1993. Diagnóstico y propuesta del Plan de Acción en Ciencia y Tecnología. Documento temático del Plan de Acción Ambiental de Nicaragua (PAA-NIC). 104 p.
- RAZURI, L. 1985. Estructuras de Conservación de Suelos y Agua. CIDIAT. Venezuela.
- REDCLIFT, M. 1986. Sustainable and the market: survival strategies on the Bolivian frontier. Journal of Development Studies. No. 23.
- REID, W. V. 1992. How many species will there be? In tropical deforestation and species extinction. T.C. Withmore, J. A. Sayer (Eds). Londres, Chapman and Hall.
- REITNIES: et al. 1992. Farming for the future. ILEIA. Netherlands.
- REVISTA AGRICULTURA DE LAS AMERICAS. 1986. Labranza de Conservación. Año 27. No. 2. Kansas, Estados Unidos.
- , 1983. Mecanismos de la Erosión del Suelo. Año 32. No.2. Kansas, Estados Unidos.
- , 1982. Labranza Reducida. Año 31. No. 1. Kansa, Estados Unidos.
- RIETBERGEN-MCCRACKEN. 1991. Diagnóstico Rural Rápido. Un Manual. IIED. London.
- RITCHIE, J. C.; et al. 1974. Estimating soil erosion from the redistribution of fallout 137 Cs. Soil Science Society of America, Proceedings. 38, 137-139.
- RIVAS, D. A. 1992. Design and field construction of erosion plot system in Ticuantepe, Nicaragua. Soil Sciences Department, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. pp.69
- , 1992. Factors affecting soil erosion in Maize (Zea mays, L) and Pinapple (Ananas comosus, L) stands in Ticuantepe, Nicaragua. A preliminary evaluation of the Universal Soil Loss Equation using data from erosion plots. Thesis of Master of Sciences. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Sweden. pp.60.

- RIVAS, D.; MENDOZA, B. 1995. Evaluación de prácticas agroforestales sobre la producción de granos básicos en parcelas de erosión. FARENA-UNA-CARE El Pital, Managua. Nicaragua. Informe Técnico.
- RODRIGUEZ, H. M. 1994. Sembradores de Esperanza. Conservar para cultivar y vivir. PROCONDEMA. Choluteca, Honduras.
- RODRIGUEZ, I. 1972. Clasificación por capacidad de Uso de la Tierra. Curso Intensivo de Suelos y Entomología. ENAG. Managua. Nicaragua.
- RODRIGUEZ, M. 1995. Algunos Elementos Conceptuales y Metodológicos para hacer Agricultura Sostenible. Taller para la formulación de líneas de investigación de la UNA. Managua, Nicaragua.
- RODRIGUEZ, M.; et al. 1994. Taller sobre aspectos conceptuales y metodológicos de la Agricultura Sostenible. UNA. Managua, Nicaragua.
- ROGERS, E. M. 1983. Diffusion of innovations. 3 ed. Nueva York, Free Press, 453 p.
- ROGOWSKY, A. S.; TAMURA, T. 1970. Erosional behavior of caesium-137, Health Physics, 18, 467-477.
- ROMERO, P. 1981. Génesis, Morfología y Clasificación de suelo. Uso Potencial de la Tierra. Folleto. UNAN-FFCCAA. Managua, Nicaragua.
- ROQUERO, C. 1964. Estudio sobre la conservación y mejora del suelo en España. Anales INIA. XIII, 1, 2, 3, 4; 1-147. España.
- ROSS, J. 1985. Detecting landuse change on Omaha's urban fringe using a geographic information system. In AutoCarto 7: Proceeding International Symp. Computer Assit. Cartog. Am. Soc. Photogram. Am. Cong. Surv. Mapp., Falls Church, Virginia. pp 463-471.
- SABILLON, A.; BUSTAMANTE M. 1996. Plaguicidas Botánicos. Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". Honduras.
- SALAS, F. 1993. Fincas Demostrativas: una alternativa para evaluar y promover el cultivo de Arboles de Uso Múltiple. Revista Forestal Centroamericana. No. 6, año 2. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

- SALAS, M.; et al. 1989. Training for PTD: Crucial issues and challenges. Landwirtschaftliche Beratungszentrale. Lindau, Suiza.
- SABORIO, L. 1991. La Agricultura Sostenible en Nicaragua. Departamento de Economía Agrícola. UNAN. Managua, Nicaragua.
- SARRANTONIO, M. 1995. Metodologías de evaluación. Leguminosas mejoradoras del suelo. SIMAS. Managua, Nicaragua.
- SALMERON, G. 1966. Rompevientos forestales en ganadería. Hojas divulgadoras No. 9-66. Ministerio de Agricultura. Madrid, España.
- SCHWAB, G.; et al. 1990. Ingeniería de Conservación de suelos y agua. México.
- SCS (Servicio de Conservación de Suelos y Agua). 1988. Manual de Conservación de Suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. Sexta reimpresión. México.
- SHANHOLTZ, V. O.; ZHANG, N. 1989. GIS/Hidrologic model interface for local planning jurisdictions. Paper No. 89-2652. ASAE, St. Joseph, MI.
- SHENG, T. C. 1990. Conservación de suelos para los pequeños agricultores en la zonas trópicas húmedas. FAO. Roma, Italia.
- SHOUP, W. D.; BECKER, W. J. 1985. Computer graphic animation for instruction of hand signal communication. Applied Engineering in Agriculture. 1(1): 3-5.
- SMITH, D. D.; WISCHMEIER, W. H. 1962. Rainfall erosión. Advances in Agronomy.
- , 1957. Factors affecting sheet and rill erosion. Trans. Am. geophys. Union. 38.
- SMITH, D. D. 1947. Interpretation of soil conservation data for fiel use. Agric. Engns. No. 22.
- SMITH, R. F. 1978. Transfer of North American crop protection technology to the Third World. pp 86-94. In Proc. Symp. International Endeavours in Entomology, the Canadian Contribution. Entomol. Soc. Canada.

- SOMARRIBA, M. 1989. Planificación conservacionista de finca El Plantel. Trabajo de Diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua.
- , 1993. Texto Básico de Conservación de Suelos. UNA-FARENA. Managua, Nicaragua.
- SUAREZ, F. 1979. Conservación de Suelos. IICA. San José, Costa Rica.
- SUAREZ, J. 1992. Manual de Ingeniería para el Control de Erosión. Bucaramanga, Colombia.
- SUWAR/PASOLAC. 1993. Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) de la Microcuenca "C" de la Cuenca Sur del Lago de Managua. Informe No. C9. Managua, Nicaragua.
- SWANSON, N. P. 1965. Rotating-Boom Rainfall Simulator. Transactions of the American Society of Agricultural Engineering No. 8, 1.
- TOMLIN, C. D., et. al. 1983. Cartographic analysis of deer habitat utilization. In Teicholz, E. and B. Berry, eds. Computer graphics and environmental planning. Prentice Hall. pp. 141-150.
- TORRES, E. 1982. Manual de Conservación de Suelos Agrícolas. 2da. Impresión. Editorial Diana. México.
- TRACY, F.; PEREZ, J. 1986. Manual Practico de Conservación de Suelos. Proyecto Manejo de Recursos Naturales. Tegucigalpa, Honduras.
- TRIGO, E. 1990. Hacia una estrategia para un desarrollo sostenido. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Programa de Generación y Transferencia de Tecnología. Versión preliminar sin edición de referencias y notas. 33 p.
- TRUJILLO, A. J. 1990. Desarrollo de una agricultura sustentable en México. El paradigma agroecológico. México.
- UICN-PNUMA-WWF (Unión Mundial para la Naturaleza, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Fondo Mundial para la Naturaleza). 1991. Cuidar la Tierra. Estrategia para el futuro de la vida. Gland. Suiza.

- UNICAM (Universidad Campesina de Estelí). 1993. El huerto familiar orgánico: abonos verdes, insecticidas orgánicos.
- VAN DER PLOEG, JAN D. 1992. Estilos para hacer agricultura. Una nota introductoria en conceptos y metodología. Ensayo provisional. Universidad Agrícola de Wageningen. 35 p.
- VANEGAS, E.; VANSINTJAN, G. 1992. Características, uso y manejo agronómico de los abonos verdes en el manejo integrado de la fertilidad del suelo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua.
- VELASQUEZ, D.; et al. 1992. Inventario de Técnicas de Conservación de Suelos y Agua de Laderas en Nicaragua, Guatemala y Honduras.
- VERSTRAETE, M. M. 1986. Defining desertification. A review climatic. change.
- VOGEL, A. 1987. Levantamiento de la Erosión. Informe General. ISCA. Managua, Nicaragua.
- WEITZ, R. 1981. Desarrollo Rural Integrado, el enfoque de Rejovot. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.
- WEME (World conservaton Monitoring Center). 1992. Global biodiversity. Status of the carth's living recomarcas. Londres, Chapman and hall.
- WESPI, M. 1995. El Diagnóstico Rural Participativo (DRP). PASOLAC. Managua, Nicaragua.
- WILLIAM, J. R. 1975. Sediment yield prediction with universal equeation using runoff energy factor. United States Department of Agriculture, Agricultural Resarch Service S-40.
- WILLIAMS, J. R.; BERNDT, H. D. 1972. Sediment yield computed with universal equation. Journal Hydraylics Div., Am. Soc. Civil Engrs. 98 (HY12).
- WISCHMEIER, W. H. 1976. Use and misuse of the universal soil loss equeation. Journal Soil and Water Conservatio, No. 31.



- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. 1978. Predicting rainfall losses. A guide to conservation planning. USDA Agricultural Handbook No. 537. 58 p.
- , 1965. Predicting Rainfall-erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains. Agriculture Handbook No. 282, United States Department of Agriculture, Washington, D. C.
- , 1960. A universal soil equation to guide conservation farm planning. Trans. 7th Int. Cong. of Soil Science.
- WISE, S. N. 1980. Caesium-137 and lead 210: a review of the techniques and sobre applications in geomorphology In: cullingfor, R. A. Davidison, D. A., and Lewin, J., Wiles, 109-27.
- WOODRUFF, N. P.; SIDDOWAY, F. H. 1965. A wind erosion equation. Proc. Soil Sci. Soc. Am., No. 29.
- YOUNG, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. CAB International/ICRAF. Oxon, Reino Unido. 276p.
- ZARATE, Z.R. 1991. Definición e Impacto de la Degradación de la Tierra. UACH. Dept. Suelo. México.
- ZELAYA, C. 1995. Sistemas de Información Geográfica y los estudios de Degradación de Suelos. FARENA-UNA. Managua, Nicaragua.
- ZIMMERMAN, T.; et al. 1992. Manual para el manejo de Terrenos en el área del la Boca Costa Solala. Helvetas. Guatemala.
- ZINGG, A. W. 1940. Degree and length of land slope as it affects soil loss in runoff. Agric. Engns, No. 21.
- ZUTTER, J.; BUSTAMANTE, B. 1995. Estudio sobre incentivos en la conservación de suelos. Tegucigalpa, Honduras.